

5th – 7th of June of 2019



Proceedings of the XIX Internacional Conference on Occupational Risk Prevention

ORP journal
Para la mejora e innovación de la empresa

Fundación Internacional **ORP** | Barcelona | ISSN 2385-3832

ORP journal
Para la mejora e innovación de la empresa

Editorial
Editorial



Pedro R. Mondelo
Director Congresos **ORP**
Universitat Politècnica de Catalunya

LA PERSONA ES LA MEDIDA DE TODAS... LAS EMPRESAS

La historia nos pone en contadas ocasiones ante "**minutos de oro**" que cambian el devenir de la evolución y el progreso de la humanidad.

Esos momentos mágicos en los que convergen necesidades sociales con mentes y organizaciones despiertas, han permitido saltos evolutivos en el conocimiento, tales como: el fuego, la rueda, el renacimiento, la teoría de la relatividad o el descubrimiento de la secuencia de ADN… por citar algunos hechos.

La Prevención de Riesgos Laborales (**PRL**), como no podía ser de otra manera, se encuentra ante el desafío de poner en valor, los avances gigantescos que en el mundo de la ciencia están apareciendo de manera abrupta en estos últimos años.

La **PRL** tiene su sentido de ser en el trabajo, y este momento áureo nos marca un antes y un después motivado por los descubrimientos científico-técnicos que nos brindan las personas que investigan.

Una nueva generación de profesiones, que podemos calificar como industria 4.0, sensórica, robótica, big data, realidad aumentada, Blockchain… nos muestra nuevas realidades que afectan el trabajo, en al menos dos vertientes.

Por un lado, la aplicación sistemática de todas estas tecnologías que nos llevan hacia la inteligencia artificial (IA), nos muestran el camino para abordar, de una vez por todas, drásticamente, la reducción de la accidentalidad. La otra cara de la moneda es, sin duda, la aparición de unos nuevos nichos en el mercado laboral que vienen a configurar las actividades actuales y de futuro, que generan o potencian nuevas formas de producción, lo que trae consigo nuevos desafíos, oportunidades y puede generar nuevos riesgos emergentes que empezamos a vislumbrar aún de forma borrosa.

Repensar qué es trabajar hoy y el por qué y para qué, es el primer eslabón en esta cadena, que configura nuevos valores o, al menos, el reequilibrio de los anteriores.

Nunca la humanidad había acumulado tal cantidad de talento tanto en calidad, como, obviamente, en cantidad. Si a esto le añadimos los aportes de la ciencia y la tecnología y la nada baladí variable temporal de la velocidad de crecimiento e implementación, nos encontramos con un momento único de oro, que debe orientarse y valorar exhaustivamente para conseguir que impacten en la mejora del bien común.

Ahora bien, este frenesí de conocimiento deja poco espacio para la reflexión y la valoración ética del impacto que acarrean los nuevos avances. El cambio social ya no es algo provocado o buscado conscientemente por ideólogos, antes bien, estos pensadores han sido sustituidos por la ideología implícita e inherente a la ciencia, a la tecnología y a los productos y a sus avances, que se convierten en cotidianidad inconsciente y dan sentido y orden a los valores.

Por otro lado, la sociedad actual, que ha encontrado en la empresa su manera natural de satisfacer las necesidades de las personas, ante este momento delicado e histórico debe prestar una atención muy especial al personal que generan estos bienes y servicios.

Ergo para que estos protagonistas nos provean de productos y servicios de calidad, debemos atender a sus necesidades como personas, y es ahí donde tiene sus raíces el movimiento de **Empresa Saludable**, que va más allá de una visión simplista de salud laboral y busca consignar y compatibilizar de manera holística todas las variables presentes en las organizaciones y que configuran la salud de la sociedad.

La **Empresa Saludable** deja de ser cobijo protector personas sanas, para convertirse o para tratar de alcanzar con su impacto al global de todos los stakholders que dan sentido a la misma, ya que la **Empresa Saludable** ejerce su fuerza y atracción sobre el entorno, de tal forma que, éste queda fijado gravitatoriamente a la misma.

En la búsqueda de la sostenibilidad empresarial está el germen de la salud global, al compaginar la empresa su responsabilidad sobre su personal con la extensión con el entorno.

De esta forma, las personas pasan a recuperar el epicentro de la empresa, que nunca deberían haber perdido, y se convierten en los protagonistas únicos y privilegiados de esta nueva **Empresa Saludable** que se compromete con las personas, su entorno y de forma consciente con el planeta.

Necesitamos plantearnos urgentemente el alcance de esta **Empresa Saludable** si queremos dar crédito y mantener la reputación de la misma y ser considerada esta como el elemento estratégico que trabaja en la búsqueda de soluciones para una sociedad más justa y sostenible, podemos decir sin temor a equivocarnos que la complicidad de la **Empresa Saludable** y la **Sociedad** es el proceso evolutivo coherente en la generación del bien común.

Poner en valor los brotes de justicia que la sociedad reclama, con los lícitos objetivos de la empresa ha demostrado, en los países más avanzados, que no sólo es la razón de ser del comportamiento ético de la empresa, sino que a la vez se convierte en fuente de riqueza mutua, por lo que, una empresa sana es sostenible por definición y ayuda a planificar de forma coherente y consecuente el futuro con menos incertidumbres, tanto para la organización como para el entorno en que esta habita.

La **Empresa Saludable** es la evidencia de que las personas son el bien a proteger, pero esta visión va mucho más allá del cuidado de los colaboradores directos y se convierte, por la bondad del método, en protector de todas las personas y del entorno.

La **Empresa Saludable** es, sin lugar a dudas, el elemento estratégico para el desarrollo sostenible de la humanidad.



Índice

CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE

APROVECHAMIENTO DE LA CONTAMINACIÓN AUDITIVA PARA GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL BENITO JUÁREZ
ROSAS GRANADOS, MANUEL ANTONIO; DIAZ, MARIA ELENA *12*

BANDA TRANSPORTADORA DE RESIDUOS METÁLICOS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN AL MEDIO AMBIENTE
ROSAS GRANADOS, MANUEL ANTONIO; VERA OLIVARES, JUAN DANIEL ; ROSAS SALAS, JEILENE ABIGAIL *15*

EL AULA 4.0 UNA HERRAMIENTA DE FORMACIÓN EN LA ERA DIGITAL PRESERVANDO LOS VALORES DE LAS PERSONAS Y SU PROTECCIÓN EN EL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.
FARIÑA LÓPEZ, GUMERSINDO DAVID; OCHOA AYALA, SILVIA; GARCÍA MORA, FRANCISCO *19*

RADIACIONES IONIZANTES Y NO IONIZANTES RELACIONADAS CON LA APARICIÓN DE ENFERMEDADES POR EXPOSICIÓN LABORAL EN PERSONAL DE LA SALUD, UNA REVISION SISTEMATICA, AÑO 2004-2017.
DIMATE GARCIA, AANH EDUARDO; RODRIGUEZ ROMERO, DIANA CAROLINA; BELTRAN FRANCO, YUDI YANETH; PEREZ MARTIN, JONATHAN EDUARDO *50*

CASO PRÁCTICO DE IMPLANTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING EN EDCHA. PROYECTO SCANIA LKW 106
GARCÍA HERRERO, SUSANA; MARTIN MOREDA, ALMA ; MARISCAL, MIGUEL ÁNGEL; GARCÍA PINEDA, SANTIAGO *64*

SIMULACRO DE ACCIONES DE RESPUESTA INMEDIATA ANTE ARTEFACTOS EXPLOSIVOS EN LAS ESCUELAS DEL NMS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.
TAGLE VARGAS, JOSÉ LUÍS; HIDALGO ÁLVAREZ, LUIS MANUEL ; AGUILAR CRUZ , DAVID HUGO *80*

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y QUÍMICA DEL PM2,5 EN REGIÓN CONTINENTAL INTERTROPICAL DE LATINOAMÉRICA
RINCÓN POLO, GLADYS; MORANTES, GIOBERTTI; GONZALEZ, JEAN CARLOS; PEREZ, NARCISO; GUEVARA, ISAMAR ; PÉREZ, OSAMARI *86*

IMPACTO EN LA SALUD Y EN EL MEDIOAMBIENTE DE LAS MEDIDAS PARA INCENTIVAR LA REDUCCION DEL USO DEL VEHICULO PRIVADO POR LOS TRABAJADORES
CREMADES OLIVER, LÁZARO VICENTE; GÓMEZ YEPES, MILENA ELIZABETH *103*

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO QUÍMICO EN CURTIDURÍAS DEL QUINDÍO
GÓMEZ YEPES, MILENA ELIZABETH; MONTOYA TABORDA, JUAN FERNANDO; MANTILLA, CARLOS ARNULFO *112*

ERGONOMÍA

INFLUENCIA DE FACTORES PESTEL EN LA APARICIÓN DE DESÓRDENES MUSCULOESQUELÉTICOS EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA.
ZAMORA, JUAN; RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, MÓNICA *117*

INFLUENCIA DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL EN EL ESTRÉS FISIOLÓGICO POR CALOR EN EL PERSONAL ESPECIALISTA EN EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES (PEEIF)
CARBALLO LEYENDA, ANA BELÉN; VILLA VICENTE, JOSÉ GERARDO *132*

PADECIMIENTOS POR MALAS POSTURAS ERGONÓMICAS QUE SE PRESENTAN POR EL USO DE LAS COMPUTADORAS.
MÁFARA HERNÁNDEZ, MARGARITA ; INFANTE CHAVIRA, MARÍA SALOMÉ ; MÁFARA HERNÁNDEZ, IMELDA *144*

ERGO+50: METODOLOGÍA DE VALORACIÓN ERGONÓMICA DIRIGIDO A LOS TRABAJADORES DE MAYOR EDAD.
FERRERAS REMESAL, ALBERTO; PIEDRABUENA CUESTA, ALICIA *152*

BIONIC: SENSORES PERSONALIZADOS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS Y ENTRENAMIENTO DE TRABAJADORES MAYORES
FERRERAS REMESAL, ALBERTO; GIMÉNEZ PLA, JUAN FERNANDO; MARZO ROSELLÓ, RAQUEL; RUIZ FOLGADO, RAQUEL *158*

SISTEMA DE CAPTURA DE MOVIMIENTO Y REALIDAD VIRTUAL APLICADA A MÉTODOS DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA
SALCEDO EUGENIO, GUSTAVO ADOLFO; MACIÁN MORALES, ÁLVARO ; OJADOS GONZÁLEZ, LOLA ; IBARRA BERROCAL, ISIDRO ; MARTIN GÓRRIZ, BERNARDO; MIGUEL HERNÁNDEZ, BEATRIZ *163*

IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DEL USO DE HERRAMIENTAS VIBRATORIAS MANUALES MEDIANTE SMARTWATCHES COMERCIALES Y TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING.
PAVÓN, IGNACIO; SIGCHA GUACHAMIN, LUIS ; NISI VALENCIA, STEFANIA TRINIDAD; DE ARCAS CASTRO, GUILLERMO *175*

AN ENHANCED HUMAN-MACHINE INTERFACE ENABLED BY AUGMENTED REALITY – A NEW APPROACH FOR HUMAN AUGMENTATION
PEREIRA, ANA CLÁUDIA; AREZES, PEDRO; ALVES, ANABELA C.; DUARTE, FRANCISCO J. *190*

COMPARACIÓN ERGONÓMICA DE TECNOLOGÍAS APLICABLES EN EL ÁREA DE CIRCULACIÓN Y PRÉSTAMO EN BIBLIOTECAS Y SU IMPACTO EN EL BIENESTAR DEL PERSONAL Y LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA
AMAYA BOLAÑOS, CONSTANZA IVONNE; VARGAS FRANCO, HEVER ALEXANDER *200*

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RIESGO ERGONÓMICO, PRODUCTIVIDAD Y COSTOS POR EL USO DE HERRAMIENTAS MANUALES CONVENCIONALES VS HERRAMIENTAS MANUALES INNOVADORAS EN TAREAS DE MANTENIMIENTO
VARGAS FRANCO, HEVER ALEXANDER; AMAYA BOLAÑOS, CONSTANZA IVONNE *224*

GESTIÓN

PROCESO DE TRABAJO DEL ENFERMERO DE LA ESTRATEGIA SALUD DE LA FAMILIA EN LA PERSPECTIVA DE LA SALUD DEL TRABAJADOR
NASCIMENTO PEREIRA DE FARIAS, SHEILA; MEDEIROS , CÉLIA REGINA DA SILVA *263*

IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMA DE PROTECCIÓN CIVIL EN LAS ESCUELAS DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL (IPN)
FARIÑA LÓPEZ, GUMERSINDO DAVID; OCHOA AYALA, SILVIA; LUNA HERNÁNDEZ, ADRIÁN *267*

USO DE LAS REDES SOCIALES PARA LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA
RUBIO ROMERO, JUAN CARLOS; MARTÍNEZ ROJAS, MARÍA ; TORRECILLA GARCÍA, JUAN ANTONIO; PARDO FERREIRA, MARÍA DEL CARMEN *278*

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN PREVENTIVA EN LOS PLANES DE SEGURIDAD Y SALUD EN ESPAÑA
ROMERO BARRIUSO, ÁLVARO; VILLENA ESCRIBANO, B. MARÍA; GONZÁLEZ GARCÍA, MARÍA DE LAS NIEVES; SEGARRA CAÑAMARES, MARÍA; RODRÍGUEZ SÁIZ, ÁNGEL *287*

CASO PRÁCTICO INTEGRACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EN LA ESTRATEGIA EMPRESARIAL
SALAS OLLE, CARLES; NAVAS PUCHE, EVA *295*

EL CONOCIMIENTO EN LA ERA DIGITAL
DIAZ HERNANDEZ, MARIA ELENA; INFANTE CHAVIRA, MARÍA SALOME ; VERA OLIVARES, JUAN DANIEL *302*

LOS RIESGOS DE LA POBLACIÓN POR EL HUNDIMIENTO DE LA CDMX: UN PELIGRO LATENTE
INFANTE CHAVIRA, MARÍA SALOMÉ; MÁFARA HERNÁNDEZ, MARGARITA; DÍAZ HERNÁNDEZ, MARÍA ELENA *310*

PROBLEMAS HIDRÁULICOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y LA SITUACIÓN DE RIESGO SANITARIO EN LA EDUCACIÓN.
MÁFARA HERNÁNDEZ, MARGARITA ; INFANTE CHAVIRA, MARÍA SALOMÉ ; DÍAZ HERNÁNDEZ, MARÍA ELENA *319*

PROPUESTA DE ILUMINACION ARTIFICIAL PROGRAMADA MEDIANTE PLC PARA LA REDUCCIÓN DE INSEGURIDAD EN EL PARQUE ALAMEDA PRIMERA SECCIÓN
DIAZ HERNANDEZ, MARIA ELENA; MAFARA HERNÁNDEZ, MARGARITA; ROSAS GRANADOS, MANUEL ANTONIO *325*

DESDE INDUSTRIA 4.0 A PRL 4.0.
CORTÉS PÉREZ, ALFONSO; CORTÉS PÉREZ, JUAN PEDRO; RODRIGUEZ HERNANDEZ, JOSE LUIS *332*

GRANDVALIRA-ENSISA COMO EJEMPLO DE BUENA PRAXIS DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN EN LAS ESTACIONES DE ESQUÍ: COMPROMETIDOS CON EL MEDIO AMBIENTE, LA CALIDAD Y LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
FERNÁNDEZ-FARINA, CRISTINA; TORRES, VIC; NAUDI, TON *341*

LA PREVENCIÓN ES COSA DE TODOS
JARQUE SALAS, SERGI ; VIAL MORA, SANDRA; RODRÍGUEZ CERVERA, MÒNICA ; LUQUE RAMÍREZ, LOURDES; ALCÁZAR GARCÍA, SONIA; ESPINAL MURILLO, SAMUEL *351*

HEURÍSTICA PREDICTIVA EN LOS ENTORNOS DEL NIVEL DE LA ACCIÓN PREVENTIVA Y DE LOS ENTORNOS NUMÉRICOS, SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS TRABAJADORES EN LOS BORDES DE FORJADO.
CARPIO DE LOS PINOS, ANTONIO JOSÉ; ROSADO LINARES, JESÚS ; GONZÁLEZ GARCÍA, MARÍA DE LAS NIEVES *357*

POTENCIAL DE SALUD EN LAS ORGANIZACIONES: ANÁLISIS EXPLORATORIO
GIMENO NAVARRO, MIGUEL ÁNGEL; PERIS PICHASTOR, ROSANA; MARQUÉS MARZAL, ANA ISABEL; PINAZO CALATAYUD, DANIEL *374*

ENTORNOS DE TRABAJO SEGUROS Y SALUDABLES PARA PERSONAS CON ALTA PERCEPCIÓN (PAS)
GARCIES, MARIA *384*

POLÍTICAS PÚBLICAS Y PROMOCIÓN DE LA SALUD EN EL TRABAJO: COLOMBIA 1993 - 2018
CHAVES BAZZANI, LUZETTY; FERNÁNDEZ RUBIO, JORGE ELIÉCER *400*

LO + RELEVANTE EN ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DE LA PRL EN LOS INICIOS DEL SIGLO XXI Y EN ORGANIZACIONES4.0: PARADIGMAS, #NEUROPRL, ANOMIA, LA EXTINCIÓN DEL MODELO DE TRABAJADOR FÍSICO Y LAS OPORTUNIDADES, #PRLPOSITIVA.
DIAZ-ALMEIDA, BERNARDO; PÉREZ DELGADO, MARCOS ANTONIO *406*

INNOVACIÓN EN LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO: BAJO COSTO, ALTO IMPACTO
GÓMEZ MACÍAS, SHIRLEY; QUEZADA DELGADO, JOYCE *420*

EDUCACION COMUNITARIA PARA LA PREVENCION DE DESASTRES
QUINTERO NAVARRO, JANETH; RINCON, HELENA; CERVANTES, JUAN SEBASTIAN ; RODRIGUEZ, ASID *441*

ACCIÓN INNOVADORA DEL ENFERMERO DEL TRABAJO: CAUSAS Y COSTOS DEL ABSENTEISMO ENTRE PROFESIONALES DE SALUD EN EMPRESA PETROLIFERA
MAURO, MARIA YVONE CHAVES ; MAURO, CARLA CHRISTINA CHAVES ; FARIAS, SHEILA NASCIMENTO PEREIRA DE ; VILELA, PAULA FRANÇA *456*

INTEGRACIÓN DOCUMENTAL DE SISTEMAS DE GESTIÓN MEDIANTE LAS NORMAS ISO DE SEGURIDAD Y SALUD Y MEDIO AMBIENTE
NADAL, OLGA; BOTA, ALBERT *460*

HIGIENE

ESTIMACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RADIACIONES CÓSMICAS EN LA OPERACIÓN AEREA EN COLOMBIA
NIÑO BARRERO, YEZID FERNANDO; RENTERÍA CÁCERES, HERNÁN DARÍO; BARBOSA PARADA, NATHALY *469*

EFFECTS ON WORKERS' COGNITIVE PERFORMANCE FROM COMBINED EXPOSURE TO NOISE AND WHOLE-BODY VIBRATION
CRUZ, FELIPE MENDES; AREZES, PEDRO; BARKOKÉBAS JR., BÉDA *489*

EL AMBIENTE TÉRMICO DURANTE LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES: PAPEL DEL TRAJE DE PROTECCIÓN Y RIESGO DE QUEMADURAS
CARBALLO LEYENDA, ANA BELÉN; RODRÍGUEZ MARROYO, JOSE ANTONIO; LÓPEZ SATUÉ, JORGE ; VILLA VICENTE, JOSÉ GERARDO *498*

ÁNALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO Y SALUD EN TRABAJADORES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO AL POLVO DE MADERA EN UNA FABRICA DE MUEBLES (COLOMBIA)
GÓMEZ YEPES, MILENA ELIZABETH; SAZA RAMÍREZ, NOLBEDIR ; SALAZAR PALACIO, MARÍA VICTOÍA *510*

NANOPARTÍCULAS EN AMBIENTES DE TRABAJO REALES. ¿PUEDEN SER AMBIENTES SALUDABLES?
MARTÍNEZ LASERNA, YOLANDA; EXPÓSITO ROSELL, JUAN FRANCISCO; PIÑA CAPÓ, MARIA DE LAS NIEVES; DEYÀ SERRA, PERE M. *515*

ALTERNATIVA DE MEDICIÓN DEL RUIDO OCUPACIONAL A TRAVÉS DE APPS DE TELÉFONOS INTELIGENTES: UNA COMPARATIVA TÉCNICA
RAMIREZ OLIVEROS, ERIKA PATRICIA; GIL HERRERA, RICHARD DE JESÚS *529*

EVALUACIÓN DEL ESTRÉS CALÓRICO EN UN ESTUDIO DE CASO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA ECUATORIANA
PUENTE CARRERA, PABLO MARCELO; LEMA CÁCERES, EDGAR VINICIO; MAYA NICOLALDE, MAYRA ALEXANDRA; CUASAPAZ ESCOBAR, SOFIA PAULINA *545*

USO DE NANOPARTÍCULAS HÍBRIDAS DE MAGNETITA PARA OBTENER ENTORNOS DE TRABAJO MÁS SALUDABLES
PIÑA CAPÓ, DRA Mª NIEVES; GUTIÉRREZ GÓMEZ, DRA MARÍA SUSANA *552*

INFLUENCIA DE DISTINTOS PARÁMETROS EN LA MEDIDA DE VIBRACIONES DE MÁQUINAS PORTÁTILES Y OTRAS DE PEQUEÑAS DIMENSIONES
SÁNCHEZ-GUARDAMINO ELORRIAGA, RAFAEL; LEIVA PÉREZ, JUAN *561*

LEGISLACIÓN

ESTAMOS PREPARADOS PARA LOS NUEVOS AMBIENTES DE TRABAJO ENTRE HUMANOS Y ROBOTS? EL PUNTO DE VISTA JURÍDICO.
JANNUZZI, ADRIANO *573*

UN PULSO AL SECTOR DE LA FORMACIÓN EN PRL EN PRIMERA PERSONA. REVISIÓN DE ESTRATEGIAS
TIRADO, MARINA *588*

LA CAPACITACIÓN DE DOCENTES EN PROTECCIÓN CIVIL COMO UNA MANERA DE GENERAR LA CULTURA DE LA PREVENCIÓN EN EL IPN
VEGA GARCÍA, RODOLFO; PUEBLA MOGOLLAN , RODRIGO ; RODRÍGUEZ ZÚÑIGA, AURIESTELA *603*

GRUPO ASEGURADOR LA SEGUNDA INNOVA PROPICIANDO, INCORPORAR LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES VIALES EN LA LEGISLACIÓN ARGENTINA.
FONSECA, MARÍA NOÉ; HUMMEL, ASTRID; DIBERT, GRICEL; IOCCO, MARÍA VIRGINIA ; SETTIMINI, MELISA; AYMO, OSVALDO RUBÉN; CARDINALE, PABLO; RIERA, PABLO *611*

ROMPIENDO PARADIGMAS COMO EMPODERAMIENTO DE LA MUJER EN COMPETENCIAS DE ROBOTICA; CASO DE ESTUDIO ALUMNAS DE BACHILLERATO DEL CECYT 7 CUAUHTEMOC DEL IPN.
GARCÍA REYES, FRANCISCO; ROJANO CHAPARRO, JESSICA; VEGA GARCÍA, RODOLFO; RODRÍGUEZ GÓMEZ, JOSÉ LUIS *619*

RELIABILITY AND PRACTICABILITY OF MAURO & MAURO MODEL IN THE APPLICABILITY OF THE BRAZILIAN REGULATORY STANDARD 32 (RS 32) IN NURSING
MAURO, MARIA YVONE CHAVES ; MAURO, CARLA CHRISTINA CHAVES ; SPER, NATHALIA PEY TOURNILLON; MAURO, LEONARDO REGACE *631*

PSICOSOCIOLOGÍA

PROPIEDADES DEL CARMEN-Q COMO HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE LA CARGA MENTAL DE TRABAJO
VALLELANO PÉREZ, MARIA DOLORES; RUBIO VALDEHITA, SUSANA; LÓPEZ, M. INMACULADA; DÍAZ RAMIRO, EVA M.; MARÍN, ANGELINA MARIANA *634*

AVANCES EXPERIMENTALES EN NEUROEDUCACIÓN
LLIGADAS RODRÍGUEZ, JORDI *636*

RELACIÓN ENTRE FACTORES PSICOSOCIALES DE RIESGO Y TME EN CAMARERAS DE PISO
GARCÍA RODRÍGUEZ, YOLANDA ; CASABUENA RINCÓN, SILVIA *645*

GESTIÓN PARTICIPATIVA DE LOS RIESGOS PSICOSOCIALES Y MÚSCULO ESQUELÉTICOS DE EXTREMIDAD SUPERIOR (TMERT-EESS) EN UNA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS DE LA SEXTA REGIÓN, CHILE.
ACEVEDO URREA, GERMÁN; PEYRÍN FUENTES, JESSICA; VARGAS MULLER, CRISTIAN; ÁLVAREZ URIBE, VICTORIA *651*

LAS PERSONAS EN LAS EMPRESAS SALUDABLES. UNA APROXIMACIÓN DEL ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO.
ACUÑA HORMAZABAL, ALVARO; PONS PEREGORT, OLGA *659*

DOCENTES DE NIVEL MEDIO SUPERIOR DEL IPN EN EL USO DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS MÓVILES. TENSIONES EN LA PRÁCTICA DOCENTE. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.
OCHOA AYALA, SILVIA; FARIÑA LÓPEZ, GUMERSINDO DAVID; VEGA GARCÍA, RODOLFO *678*

ÄMBITO LABORAL-VOCACIONAL Y RELACIONES DE GÉNERO. TÉCNICXS EN BUSCA DE SU DESTINO. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
OCHOA AYALA, SILVIA *687*

MODELO DE INTERVENCIÓN PARA DISMINUCIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS DE AUTO-EMPODERAMIENTO
CARO ROJAS, ROSA ANGELA; VIRGÜEZ MONSALVE, ANGÉLICA MARÍA *695*

EL SENTIDO DE LA EMPRESA SANA: SERES HUMANOS FELICES
SILVA ARIAS, MIGUEL; SILVA MILLAN, MIGUEL RANFERI; TAGLE VARGAS, JOSÉ LUIS *706*

MANEJO PERSONAL DE VALORES: NECESIDAD DE UNA EMPRESA SANA
SILVA ARIAS, MIGUEL; SILVA MILLÁN, MIGUEL RANFERI; FARIÑA LÓPEZ, GUMERSINDO DAVID *712*

FACTORES PSICOSOCIALES Y FUNCIÓN PÚBLICA: UNA PERSPECTIVA DE GÉNERO
MADROÑAL ORTIZ, MANUEL; DEL CUBO ARROYO, ELISA ISABEL ; LINARES HEVILLA, RAFAEL; BENAVIDES VELASCO, CARLOS A. ; GARCÍA RODRIGUEZ, ANTONIO *718*

RE-EVOLUCIONANDO LA PREVENCIÓN PSICOSOCIAL: PROPUESTA DE CAMBIO A PARTIR DE UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA
GIMENO NAVARRO, MIGUEL ÁNGEL *725*

AFECTACIONES PSICOSOCIALES EN CONDUCTORES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO DESPUÉS DE INCIDENTES DE PERSONAS ARROLLADAS POR EL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO.
GARCÍA REYES, FRANCISCO; CARRANZA VALENCIA, ESTELA; ZARATE ORDOÑO, LUIS GABRIEL ; ESPARZA VARGAS, CLAUDIA *736*

TECNOLOGÍA, GÉNERO Y REPARACIÓN. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
OCHOA AYALA, SILVIA; OCHOA AYALA, ADOLFO; FARIÑA LÓPEZ, GUMERSINDO DAVID *742*

EL APOYO PSICOLÓGICO COMO MEDIDA DE INTERVENCIÓN PREVENTIVA DE RIESGOS PSICOSOCIALES EN EL PERSONAL SANITARIO
DALMAU PONS, INES; INCHUSTE GRASSI, MONICA; SUBIRATS, MARIA PILAR; NADAL CASTAN, OLGA *751*

SALUD Y BIENESTAR

EL COSTO HUMANO EN EL TRABAJO DEL ENFERMERO EN UNIDADES BÁSICAS DE SALUD
MEDEIROS , CÉLIA; NASCIMENTO PEREIRA DE FARIAS, SHEILA *757*

EL CONTROL DEL ESTRÉS DENTRO DE UN RECINTO
ROSAS GRANADOS, MANUEL ANTONIO; INFANTE CHAVIRA, MARIA SALOME; ROSAS SALAS, JEILENE ABIGAIL *761*

DIAGNÓSTICO DE LOS FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIAL QUE IMPACTAN EN EL BIENESTAR DEL PERSONAL DOCENTE, APLICANDO EL PROYECTO-NOM-035-STPS-2016: CASO UPIICSA.
OBREGÓN SÁNCHEZ, MARÍA GUADALUPE *765*

RELACIONES ENTRE HÁBITOS DE SUEÑO COMO PREDICTORES Y SALUD PSICOLÓGICA EN PROFESIONALES SANITARIOS
VALLELLANO PÉREZ, MARÍA DOLORES; DÍAZ RAMIRO, EVA MARÍA; RUBIO VALDEHITA, SUSANA; LÓPEZ NÚÑEZ, MARIA INMACULADA; MARÍN, ANGELICA MARIANA *776*

PREDICCIÓN DEL BURNOUT: INFLUENCIA DEL GÉNERO, LA SALUD, EL CAPITAL PSICOLÓGICO Y LA CARGA DE TRABAJO
VALLELLANO PÉREZ, MARÍA DOLORES; LÓPEZ NÚÑEZ, MARÍA INMACULADA; RUBIO VALDEHITA, SUSANA; DÍAZ RAMIRO, EVA M.; MARÍN, ANGELICA MARIANA *778*

PREVENIR ACCIDENTES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES, UNA PRIORIDAD PARA LOS DOCENTES DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
FARIÑA LÓPEZ, GUMERSINDO DAVID; OCHOA AYALA, SILVIA; RAMÍREZ ROMERO, TONAHTIU ARTURO *780*

LA TEORÍA DE DEMANDAS Y RECURSOS LABORALES Y LA SATISFACCIÓN CON LA RELACIÓN DE PAREJA
ORTIZ LÓPEZ, MARINA; CALVO SALGUERO, ANTONIA *788*

ASOCIACIÓN ENTRE RIESGOS OCUPACIONALES Y CALIDAD DE VIDA EN EL TRABAJO DE ENFERMEROS EN UN HOSPITAL UNIVERSITARIO EN BRASIL
NASCIMENTO PEREIRA DE FARIAS, SHEILA; ANNA BIANCA, RIBEIRO MELLO ; MARIA YVONE CHAVES , MAURO; CARLA CHRISTINA CHAVES, MAURO *800*

CUIDADO INTEGRAL
VILLANUEVA ROSALES, KETTY; FRAGOZO, YILDA *803*

EL IMPACTO DE LA DIGITALIZACIÓN EN SALUD OCUPACIONAL: RETOS Y OPORTUNIDADES DESDE LA ÓPTICA DE UNA MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES.
VILLAPLANA GARCIA, MARIA; GALLEGO LUQUE, MONICA ; GONZÁLEZ GARCÍA, YOLANDA *809*

YO ME CUIDO: EL PUNTO DE PARTIDA HACIA UNA EMPRESA SALUDABLE
FONSECA, MARÍA NOÉ; SÁNCHEZ, ANTONIO MANUEL; BALDINI, LEANDRO PABLO; SFULCINI, AGUSTÍN ESTEBAN; MACIEL, NICOLÁS ALBERTO; REOL, MARÍA BELÉN *822*

LA GESTIÓN DEL EMBARAZO: UNA OPORTUNIDAD DE MEJORA EN NUESTRAS ORGANIZACIONES
MATLLO AGUILAR, JOAN; ALCAIDE ALTET, NIEVES; NOS PIÑOL, ISABEL; MOLINA ARAGONÑES, JOSEP Mª *826*

MECANISMO ELÉCTRICO PARA LA RECOLECCIÓN Y RECICLADO DE RESIDUOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS
DIAZ HERNANDEZ, MARIA ELENA; LÓPEZ ESCOBEDO, JOSÉ REGINALDO ; INFANTE CHAVIRA , MARÍA SALOME *842*

RIESGOS QUE PUEDE GENERAR EL ESTRÉS EN LOS DOCENTES
MÁFARA HERNÁNDEZ, MARGARITA ; ROSAS GRANADOS, MANUEL ANTONIO ; MÁFARA HERNÁNDEZ, IMELDA *851*

DIAGNÓSTICO DEL BIENESTAR INTEGRAL LABORAL EN LOS EMPLEADOS ADMINISTRATIVOS DE LA UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO EN EL MUNICIPIO DE ARMENIA
GÓMEZ YEPES, MILENA ELIZABETH; TELLEZ GONZÁLEZ, RUBY ; MIRANDA SEGURA , JAYNER ANGELO *855*

EMPRESA SALUDABLE: ANÁLISIS DEL CONCEPTO Y DETERMINACIÓN DE TENDENCIA
CORTÉS PÉREZ, ALFONSO; MUÑOZ GARCÍA, PATRICIA DEL CARMEN ; CORTÉS PÉREZ, JUAN PEDRO *864*

PEDAGOGÍA DE LA ÉTICA COMO UN ELEMENTO ESENCIAL PARA LA CONCIENCIACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
FERNÁNDEZ-FARINA, CRISTINA; R. MONDELO, PEDRO; PORTELL VIDAL, MARIONA *882*

EL IMPACTO DEL FACTOR RUIDO EN EL PERSONAL DE APOYO Y ASISTENCIA A LA EDUCACIÓN: CASO DE ESTUDIO.
OBREGÓN SÁNCHEZ, MARÍA GUADALUPE; NERI CALIXTO, ELDA PATRICIA *894*

CERREJÓN EN MOVIMIENTO: EXPERIENCIA DE ORGANIZACIÓN SALUDABLE EN LA MINERÍA
PIEDRAHITA, HUGO *906*

INTENSIDAD DE LAS POLÍTICAS DE SALUD Y BIENESTAR EN LAS EMPRESAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE UBICADAS EN LOS PARQUES TECNOLÓGICOS DE ANDALUCÍA
RUBIO ROMERO, JUAN CARLOS; TORRECILLA GARCÍA, JUAN ANTONIO ; MARTÍNEZ ROJAS, MARÍA ; PARDO FERREIRA, MARÍA DEL CARMEN *919*

REVISIÓN DE LA MUJER EMBARAZADA TRABAJADORA EN ESPAÑA Y COLOMBIA
MADROÑAL ORTIZ, MANUEL; BERRIO MORA, KENNYS *929*

SUMMAT. PROMOVIENDO EMPRESAS Y PERSONAS SALUDABLES.
FERRERAS REMESAL, ALBERTO; MARZO ROSELLÓ, RAQUEL; SANCHÍS ALMENARA, MERCEDES; RUIZ FOLGADO, RAQUEL; PIEDRABUENA CUESTA, ALICIA *935*

EL FACILITY MANAGEMENT EN HOSPITALES: GESTIÓN DE ESPACIOS SALUDABLES
MADROÑAL ORTIZ, MANUEL; DEL CUBO ARROYO, ELISA ISABEL ; LINARES HEVILLA, RAFAEL ; BENAVIDES VELASCO, CARLOS ÁNGEL ; GARCÍA RODRÍGUEZ, ANTONIO *943*

GESTIÓN DE ORGANIZACIÓN SALUDABLE SEGÚN EL MODELO VIBMAS DE SGS
GUAL LLORENS, CLARA; SORIANO TARÍN, GUILLERMO *950*

INNOVATIVE LEARNING METHODS AND CHANGE OF PERCEPTIONS ON SKILL DEVELOPMENT IN OCCUPATIONAL MEDICINE AMONG MEDICAL DOCTORS IN TRAINING
MARTÍNEZ JARRETA, BEGOÑA; ABECIA, BEGOÑA; BOLEA GARCÍA, MIGUEL; BERNAL AGUDO, JOSE LUIS *954*

PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES
TAGLE VARGAS, JOSÉ LUÍS; SILVA ARIAS, MIGUEL ; VEGA GARCÍA, RODOLFO *958*

SEMANA SHE
RODRIGUEZ VILLANUEVA, ASID ALBERTO; VILLADIEGO , ADA ; RINCON , HELENA ; CERVANTES, JUAN SEBASTIAN *964*

BITÁCORA PARA LA CONVIVENCIA ARMÓNICA, UNA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA PARA LA PREVENCIÓN DEL ACOSO LABORAL.
BAQUERO YORDAN, PAULO MARCEL; GOMEZ VALDIVIESO, GONZALO ERNESTO *979*

ESTUDIO DE LA SINIESTRALIDAD LABORAL EN ESPAÑA EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y CICLOS ECONÓMICOS.
TELMO MIRANDA, JAVIER; MUÑOZ CAMACHO, EUGENIO; CALVINO CASILDA, VANESA; MUÑOZ SERRANO, GEMA *992*

SEGURIDAD

VALORACIÓN DE LOS ACCIDENTES GRAVES Y MORTALES EN LAS MINAS ESPAÑOLAS ENTRE LOS AÑOS 2013 Y 2017
FREIJO ALVAREZ, MODESTO; SANMIQUEL PERA, LLUIS; MONTAÑA PUIG, JOAN; ROMERO DURAN, DAVID *1002*

PERIL: PREVENTION OF EMERGENCY RISKS BY INDOOR LOCALIZATION
MIÑAMBRES, MARÍA D; LLANOS, DIEGO R. *1010*

LA SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TALLER DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DEL CECYT 7 CON BASE A NORMATIVIDAD".
VERA OLIVARES, JUAN DANIEL; SAMPAMPAYO ARTEAGA, GALDINO; DIAZ HERNANDEZ, MARIA ELENA *1016*

INTEGRACIÓN DE LOS COSTES DE SEGURIDAD EN EL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN
ALCALDE GASCÓN, GERARD *1019*

CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL ÁREA DE RESONANCIA MAGNÉTICA EN LOS CENTROS DE IMAGENOLOGIA DE BARRANQUILLA
DIAZ OROZCO, OLGA MARCELA; PACHECO MOLINA, ANTONIO JOSÉ; BARROS TORRADO, KELLY ; CUADROS ROJANO, JESSE ; RUEDA SARMIENTO, ADRIANA ; LÓPEZ PEDROZO, YURY *1033*

IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS NEGROS Y TRAMOS DE CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES
SALAS OLLE, CARLES; SARO OTS, HECTOR *1042*

EL DESARROLLO DE LA ERA DIGITAL, SU INFLUENCIA Y RIESGOS EN MOVIMIENTOS SOCIALES
INFANTE CHAVIRA, MARÍA SALOMÉ; ROSAS GRANADOS, MANUEL ANTONIO ; VERA OLIVARES, JUAN DANIEL *1049*

PREVENCIÓN DE RIESGOS DE ACCIDENTES DENTRO DE DEL TALLER DE ELECTRICIDAD DEL IPN
INFANTE CHAVIRA, MARÍA SALOMÉ; MÁFARA HERNÁNDEZ, MARGARITA; VERA OLIVARES, JUAN DANIEL *1058*

ANÁLISIS SOBRE LA INTEGRACIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA METODOLOGÍA BIM EN EL ÁMBITO DE LA UNIÓN EUROPEA.
CORTÉS PÉREZ, ALFONSO; CORTÉS PÉREZ, JUAN PEDRO; MUÑOZ GARCÍA, PATRICIA DEL CARMEN; TENDER, MANUEL LUIS; COUTO, JOÃO PEDRO; RODRIGUEZ HERNANDEZ, JOSE LUIS *1066*

INFLUENCIA DE LOS RIESGOS LABORALES EN LOS COSTOS Y RENDIMIENTOS DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN
FEBRES EGUIGUREN, JUAN DIEGO; TANDAZO TANDAZO, OSWALDO RAFAEL; PAGUAY GARCÍA, MARIO VINICIO ; VALAREZO VALDEZ, BENITO EDUARDO; GONZÁLEZ PÉREZ, JAIME ; MARISCAL, MIGUEL ÁNGEL *1077*

SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL EN EMPRESAS DEL SECTOR AUTOMOTRIZ Y DE AUTOPARTES EN MÉXICO
SANDOVAL GÓMEZ, RAÚL JUNIOR; GUEVARA LÓPEZ, PEDRO; ÁLVAREZ CEDILLO, JESÚS ANTONIO *1083*

MODELO BÁSICO DE SIMULACIÓN DE ACCIDENTES DE UNIDADES DE TRANSPORTE PÚBLICO PESADO EN UNA CARRETERA PERUANA
CORRALES RIVEROS, CÉSAR AUGUSTO; RUBIO ROMERO, JUAN CARLOS; ATOCHE DÍAZ, WILMER *1088*

FROM RISK ON SITE ASSESSMENT TO HOW IMPROVE SAFETY: GIVE ME AN EASY "APP"
CARRETERO-GÓMEZ, JOSÉ M.; FORTEZA OLIVER, FRANCISCO JOSÉ; ESTUDILLO GIL, BÀRBARA *1100*

ANÁLISIS DE UN ACCIDENTE DEL SECTOR MINERO MEDIANTE EL MÉTODO DEL ÁRBOL DE CAUSAS Y EL MÉTODO DE FEYER & WILLIAMSON
SANMIQUEL, LLUIS; BASCOMPTA, MARC; DE FELIPE BLANCH, JOSÉ JUAN; VINTRÓ SÁNCHEZ, CARLA; ANTICOI SUSZUKI, HERNÁN; FREIJO ÁLVAREZ, MODESTO *1110*

LOS ACCIDENTES OCASIONADOS POR PIPAS, TRAILERS Y TRACTOCAMIONES DE REMOLQUE EN LA MEGALOPOLIS DE MÉXICO. SON UN DESCUIDO O CONSECUENCIA DE UNA MALA LEGISLACIÓN.?
GARCÍA REYES, FRANCISCO; BLANCAS VERGARA, FEDERICO; LOPEZ ESCOBEDO, JOSE REGINALDO; MENDEZ ESCAMILLA, FRANCISCO JAVIER *1123*

RELATIONSHIP BETWEEN THE LEVEL OF PREVENTIVE TRAINING OF THE COMPANIES AND THEIR ACCIDENT RATES
ESTUDILLO GIL, BÀRBARA; CARRETERO GÓMEZ, JOSÉ MARÍA ; FORTEZA OLIVER, FRANCISCO JOSÉ *1133*

REALIDAD VIRTUAL PARA LA FORMACIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO EN LABORATORIO DE ELECTRÓNICA
SALCEDO EUGENIO, GUSTAVO ADOLFO; MACIÁN MORALES, ÁLVARO ; OJADOS GONZÁLEZ, LOLA ; IBARRA BERROCAL, ISIDRO ; MARTIN GÓRRIZ, BERNARDO; MIGUEL HERNÁNDEZ, BEATRIZ; CRUZ NORRO, JAVIER *1144*

SIMULADOR REALIDAD VIRTUAL DE PLANES DE EVACUACIÓN
MACIÁN MORALES, ÁLVARO; SALCEDO EUGENIO, GUSTAVO ADOLFO *1155*

REALIDAD VIRTUAL APLICADA A RIESGOS ELÉCTRICOS EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
MACIÁN MORALES, ÁLVARO; SALCEDO EUGENIO, GUSTAVO ADOLFO; OJADOS GONZÁLES, LOLA; MIGUEL HERNÁNDEZ, BEATRIZ; MARTIN GÓRRIZ, BERNARDO; IBARRA BERROCAL, ISIDRO J.; CRUZ NORRO, JAVIER *1168*

NORMATIVA DE ROBOTS COLABORATIVOS (COBOTS) Y SU INFLUENCIA EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES
MARISCAL SALDAÑA, MIGUEL; GARCÍA HERRERO, SUSANA; GONZÁLEZ, JAIME *1180*

REALIDAD VIRTUAL APLICADA A SEGURIDAD VIAL DE CICLOMOTORES DE REPARTO PROFESIONAL
OJADOS GONZÁLEZ, LOLA; CORREA ALDAZ, AARÓN ISRAEL ; MACIÁN MORALES, ÁLVARO ; SALCEDO EUGENIO, GUSTAVO ADOLFO; IBARRA BERROCAL, ISIDRO ; MARTIN GÓRRIZ, BERNARDO; MIGUEL HERNÁNDEZ, BEATRIZ *1196*

ANÁLISIS MEDIANTE REDES BAYESIANAS DE LA PROBABILIDAD DE ACCIDENTE LABORAL EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO DEMOGRÁFICAS Y DEL MERCADO LABORAL DE LOS EMPLEADOS EN ESPAÑA.
LOPEZ GARCÍA, JOSE RAMON; BARRERO AHEDO, JESUS PEDRO; GONZALEZ PEREZ, JAIME *1207*

RELACIÓN ENTRE LA ACCIÓN PREVENTIVA DE LAS EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN Y SU NIVEL DE SINIESTRALIDAD
SUAREZ MUNTANER, MARIA ROSA; GONZÁLEZ GARCÍA, MARÍA DE LAS NIEVES; FORTEZA OLIVER, FRANCISCO JOSÉ *1216*

ACCIDENTES POR SUBSTANCIAS PELIGROSAS EN LOS LABORATORIOS ESCOLARES ¿PREVENCIÓN OBLIGATORIA Ó DESCUIDO LABORAL?.
BLANCAS VERGARA, FEDERICO; GARCIA REYES, FRANCISCO; LOPEZ ESCOBEDO, JOSE REGINALDO *1229*

SEGURIDAD LABORAL DENTRO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA
MORALES RODRÍGUEZ, VÍCTOR JAVIER; ROSAS, JESÚS; MORALES RODRÍGUEZ, JOSÉ ALEJANDRO *1241*

IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA 5S EN TALLER Y OFICINAS DEL ÁREA AFTERMARKET
GÓMEZ ARANGO, FRANCISCO; RINCÓN , MÓNICA MARÍA *1246*

DETERMINANTES DE LA PERCEPCIÓN DEL RIESGO LABORAL
MEDINA ORTIZ, EDWARD *1283*

ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS ATEX. MÉTODOS DE VALORACIÓN Y MODELIZACIÓN MEDIANTE DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL (CFD)
TELMO MIRANDA, JAVIER; MUÑOZ CAMACHO, EUGENIO; CALVINO CASILDA, VANESA; MUÑOZ SERRANO, GEMA *1290*

Aprovechamiento de la contaminación auditiva para generar energía eléctrica en el aeropuerto internacional Benito Juárez

RESUMEN / ABSTRACT

Para el presente proyecto se optó por el apoyo a las energías sustentables tal y como ya se había mencionado con anterioridad, pero no es un tipo de generación convencional como: Biomasa, Mareomotriz, Etc. Sino que opta por aprovechar un contaminante que está presente en la vida de todos y que pocos la llegan a percatar como dañina para nosotros y para el medio, con esto me refiero a la contaminación auditiva ya que definitivamente todos hemos estado en lugares en donde hay exceso de ruido y se conoce como contaminación auditiva. El proyecto consiste en que en base a la contaminación auditiva (ondas sonoras) se generen pequeñas, pero no despreciables cantidades de energía eléctrica, las cuales serán capaces de alimentar ciertos dispositivos, en el caso del presente proyecto se espera colocar una especie de circuito en las pistas de aterrizaje de los aviones. El cual se encargue de captar la energía sonora y se convierta a eléctrica, que dicha energía eléctrica sea destinada a los sistemas de iluminación de las pistas de aterrizaje, aprovechando de mejor manera la posible contaminación que puede darse en las pistas de aterrizaje, para este caso en el aeropuerto de la CDMX (Benito Juárez).

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Mareomotriz
BIOMASA
CONTAMINACION

AUTORES / AUTHORS

MANUEL ANTONIO ROSAS GRANADOS
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
mrosas13@hotmail.com
MARIA ELENA DIAZ
HERNANDEZ
mediazh1@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Desde el principio de los tiempos una de las mayores inquietudes del ser humano es la generación de energía, siendo aún más específicos de la energía eléctrica. Ya que el hombre en general a lo largo de su existir ha empleado distintos tipos de energía, sin embargo, la eléctrica ha sido una de las más importantes. Gracias a ésta la vida se ha vuelto más llevadera aun, ya que todos los aparatos que utilizamos hoy en día operan con energía eléctrica. Sin embargo, no toda la energía eléctrica que conocemos se produce de la misma manera puesto que el lugar de generación y la forma en la que se generó va variando.

Con el desarrollo de las nuevas tecnologías se ha descubierto nuevos tipos de generación de energía eléctrica:

- Biomasa
- Eólica
- Mareomotriz
- Hidroeléctricas
- Termoeléctrica
- Piezoelectricidad (no tiene mucho tiempo de ser implementado)
- Solar

El conocido como “Ruido verde”, esta tecnología apenas comienza a desarrollarse, ya que aún no se conoce del todo este tipo de generación.

Es importante ir conociendo distintos tipos de generación de la energía, pero aún más importante dar apoyo a aquellas que ven por las futuras generaciones, que verdaderamente apoyan al conocimiento e invención humana. La tecnología avanza exponencialmente día a día, sin embargo, procura ser lo más bondadoso posible con el medio ambiente.

Y es en este avance tecnológico en el que entra el “ruido verde”, puesto que en si consiste en que, por medio de la energía sonora, se logre transformar a pequeñas cantidades de energía eléctrica y que esta se pueda aprovechar según las necesidades del usuario.

Prácticamente sería una idea bastante útil para lugares en donde se concentra una mayor cantidad de ruido, ya que se aprovecharía toda esa energía sonora y se convertiría a energía eléctrica, donde dependiendo del lugar se le daría el uso que correspondiese. Esto es una gran opción para apoyar a la hora de generar energía eléctrica, ya que a cambio de un contaminante que está presente en casi todos los lugares del mundo obtendríamos energía verdaderamente renovable y sustentable.

METODOLOGÍA

El presente proyecto apoyará de manera significativa a la energía sustentable y será punto clave para la generación de la misma, pese a que solo sea a pequeña escala, ya que se considera que no se podrá generar una fuerte cantidad de energía. Simplemente la suficiente para desempeñar ciertas labores.

En este trabajo nos referimos a la generación de energía pero no solo para almacenamiento sino para su aprovechamiento e implementación exclusivamente en los aeropuertos.

La energía generada se puede destinar también en algunas otras cosas, las cuales puede que complicaran la obtención de energía por medio sonoro. Mientras que en un aeropuerto nos aseguramos de la contaminación auditiva que existe en el lugar y algunas de las ventajas de alimentar una parte de dicha zona.

RESULTADOS

1. Exploración del aeropuerto conocido como “Internacional 2”
2. Únicamente tomando en cuenta el espacio de las pistas de aterrizaje así como la conexión eléctrica de las mismas.
3. En caso de que el proyecto no pueda llevarse a cabo en tal aeropuerto Se tendrá que realizar en otro tipo de aeropuerto cerca de la ciudad de México.

CONCLUSIONES

La intención de este trabajo fue mostrar la pertinencia y relevancia de los ruidos producidos en los aeropuertos como parte de una política urbana referida a la ciudad de México y el impacto positivo que han tenido en la reducción de la contaminación auditiva. Si bien es cierto que medir estos indicadores fue complicado, también lo es el hecho de que hoy son un punto de referencia para continuar con una serie de acciones y propuestas que puedan ir convirtiendo el ruido en energía eléctrica de manera continua, no sólo en esta zona, sino también en aquellas que presentan cifras elevadas. la salud y calidad de vida de los habitantes citadinos. Si a ello agregamos que el modelo compacto al que refiere. Nuestro estudio muestra una variación interesante de los niveles sonoros en este espacio, es posible inferir que si bien han bajado los niveles de ruido en los aeropuertos. La construcción de un mapa de ruido de la ciudad; en el aeropuerto para el mejor aprovechamiento del ruido para la transformación en energía eléctrica.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos por la organizacion tan excelente de Orp, para realizar el congreso Internacional Madrid 2019. que se celebrara en proximos meses para exponer trabajos interesantes y a la ves poder participar en ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

https://www.ecured.cu/Generaci%C3%B3n_de_Energ%C3%ADa_El%C3%A9ctrica

Becerra Acosta, Janette (2012), “Mucho ruido y poca vigilancia”, Teorema Ambiental, Revista Técnico

Ambiental, año 18, núm. 3, pp. 16-25. Disponible en: . Berglund, Birgitta, Thomas Lindval y Dietrich Schwela (1999), Guidelines for community noise, Londres, Organización Mundial de la Salud. De Gortari Ludlow,

Jimena (2013), Guía sonora para una ciudad, México, Juan Pablos / Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa. De Roo, Gert (2000), “Enviromental planning and the compact city. A Dutch perpective”, en Gert De Roo y Donald Miller (coords.), Compact and sustainable urban development: A critical assessment of policies and plans from an international perspective, Aldershot, Ashgate, pp. 1027-1042.

Domínguez Ruiz, Ana Lidia (2014), “Vivir con ruido en la Ciudad de México. El proceso de adaptación a los entornos acústicamente hostiles”, Estudios Demográficos y Urbanos, vol. 29, núm. 1 (85), pp. 89-112. Disponible en: . García Sanz, Benjamín y Francisco Javier Garrido (2003), La contaminación acústica en nuestras ciudades, Barcelona, Fundación La Caixa. González, Miriam y Arturo Santillán (2006), “Del concepto de ruido urbano al paisaje sonoro”, Bitácora Urbano Territorial, vol. 1, núm. 10.

BANDA TRANSPORTADORA DE RESIDUOS METÁLICOS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN AL MEDIO AMBIENTE

RESUMEN / ABSTRACT

El objetivo principal del presente trabajo es ahorrar tiempo y contaminar menos en la recolección, separación o reciclaje de desechos que se suministran en un relleno sanitario mediante el uso de una banda transportadora con un conjunto de imanes que irán en la parte de arriba de la banda para atraer de esta manera los objetos metálicos y se puedan separar con más facilidad y más confiable que si lo hiciéramos manualmente como se ha venido haciendo. Básicamente los objetos o materiales que se utilizaran para la realización de este proyecto no son tan complejos debido a que se trata de automatización de una banda para pasar a hacer una banda transportadora y en la parte posterior o de arriba se encuentra el sistema de imanes, los cuales no van hacer como los normales, ya que tienen que tener un gran alcance de magnetismo para que pueda agarrar o sujetar bien las cosas metálicas que pasen por la banda transportadora, de esta manera los objetos o desechos metálicos capturados que causan contaminación al medio ambiente se lleven a un contenedor que contamine o se neutralice para que no contamine el medio.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Medio Ambiente
Automatizacion
Tecnología

AUTORES / AUTHORS

MANUEL ANTONIO ROSAS GRANADOS
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
mrosas13@hotmail.com
JUAN DANIEL VERA OLIVARES
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
jveraolivares@yahoo.com.mx
JEILENE ABIGAIL ROSAS SALAS
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
yrosaas123@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Todos los humanos en su vida diaria tiran desechos que generan a lo largo de su día, unos más que otros, pero en todos los hogares por lo menos dos veces a la semana se tira la basura y usualmente ésta basura la recoge un camión o la persona que pase en la colonia donde se habite, además de esto hay personas encargadas de recoger la basura en las ciudades, popularmente aquí en la Ciudad de México (CDMX) se les conoce como “barrenderos”, lógicamente también esta acción genera más basura y por ende se produce más.

La mayoría de las personas solo se deshace de la basura sin pensar a donde se esté llevando y es normal porque cada uno de nosotros tiene labores que hacer y por ende no pensamos en esa situación, sin embargo, es un proceso un poco largo el que tienen que pasar estos desechos. Básicamente el proceso que sigue es el siguiente: se recoge la basura de los hogares mediante colectores, estos colectores de basura la llevan a unos centros que se llaman “rellenos sanitarios” y justamente ahí es donde se concentra toda la basura de una colonia, municipio o delegación, por consecuencia ahí se tiene que hacer el proceso de reciclaje, de separación de residuos orgánicos e inorgánicos y etcétera.

Cada día por lo menos en la Ciudad de México (CDMX) se generan 12000 toneladas de desechos, lo cual es una cifra impresionante ya que estos desechos se tienen que separar y reciclar para no contaminar en gran medida.

Es por eso que se le tratará de dar una solución a este problema, ya que reciclar y separar los desechos orgánicos e inorgánicos no es tarea fácil y menos si se hace manualmente, regularmente cuando los colectores llegan al relleno sanitario a deshacerse de la basura, la tiran en el suelo para que otras personas destinadas a ese trabajo, la vayan acomodando dependiendo si es orgánica e inorgánica y además si hay botellas de plástico o vidrio, básicamente lo que hacen es el acomodo de la basura en los diferentes puntos para que se recicle o se deseche completamente.

Para analizar esta problemática antes que nada es necesario mencionar y analizar sus causas. Una de ellas es el tiempo que se tarda en acomodar la basura, como ya lo habíamos mencionado. Esta es una causa importantísima, ya que, con el propósito destinado, se pretende mejorar la estabilidad del tiempo, por medio de la mecanización que se realizará y de esta manera aprovechar este tiempo en realizar otras actividades que ocupen el ser humano

La contaminación por basura es un concepto importante ya que es uno de los problemas a los que se quieren enfrentar y básicamente es la que hace daño al suelo, al aire o al agua por la acumulación de residuos no deseados, es una de las principales causas del problema propuesto, y se menciona así debido a que al momento en que los colectores dejan la basura en el suelo o en el área en que se establezca, la basura comienza a deshacer o liberar olores desagradables que en cierta forma dañan al medio ambiente y más si el proceso de reciclaje o separación se lleve bastante tiempo.

Lamentablemente se han preguntado a varias personas que piensan sobre el reciclaje o la separación de basura en los rellenos sanitarios, la mayoría dice que es insalubre tanto para el medio ambiente como para la persona que se le asigne esa tarea, sin embargo no se puede dejar de hacer esta actividad porque sea como sea ayudan a deshacerse de los objetos o cosas que no sean necesarios y además de que como ya se mencionó, diario las personas tiran desechos y si no estuvieran estas personas, los rellenos sanitarios estarían hasta el tope y básicamente ya no existirían.

Debido a esto, con el objetivo que se plantea, se espera que esta labor ya no la haga una persona, sino un mecanismo que sirva para la separación de objetos metálicos como lo son casi todos los desechos inorgánicos y los objetos no metálicos como lo son los desechos orgánicos, claro está que no todos los objetos tienen esta propiedad de ser metálicos, sin embargo, se ahorrara un muy buen tiempo y mejorara la recolección de basura en sus diferentes facetas.

METODOLOGÍA

- Estudio de estadísticas respecto al tiempo y calidad del proceso manual de separación de basura
- Estudio de mercado para la obtención de costos y funcionalidad de los imanes a utilizar

Los residuos que generamos a diario las personas se vuelven en ocasiones un problema, primero porque las amas de casa no pueden con tanta basura y por ende eso se vuelve frustrante, sin embargo, el mayor problema que sucede con estos residuos es que genera contaminación. Primero comencemos con saber que significa basura "El término basura se refiere a cualquier residuo inservible, a todo material no deseado y del que se tiene intención de deshacer. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) define como «residuo» a «aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado un valor económico en el contexto en el que son producidas»"[1] es por eso que la basura se deposita en tiraderos, rellenos sanitarios u otro lugar.

También esta basura se puede clasificar en varios tipos, sin embargo, solo se verá dos tipos de clasificaciones llamados: "Residuos orgánicos" y "Residuos inorgánicos".

Ya que se definió el concepto de basura y sus clasificaciones, es momento de saber que genera esta basura en el medio ambiente, esto se llama contaminación y se define como "Se llama contaminación a la transmisión y difusión de humos o gases tóxicos a medios como la atmósfera y el agua, como también a la presencia de polvos y gérmenes microbianos provenientes de los desechos de la actividad del ser humano."[5]

Es por eso que al haber tanta basura y que vimos que ésta genera contaminación, se tiene que hacer un proceso que se llama reciclaje para separar desechos o residuos para que esta contaminación se pueda disminuir en gran medida y la mayoría de los países la usan regularmente y se define como "El reciclaje consiste en obtener una nueva materia prima o producto, mediante un proceso fisicoquímico o mecánico, a partir de productos y materiales ya en desuso o utilizados. De esta forma, conseguimos alargar el ciclo de vida de un producto, ahorrando materiales y beneficiando al medio ambiente al generar menos residuos. El reciclaje surge no sólo para eliminar residuos, sino para hacer frente al agotamiento de los recursos naturales del planeta."[6]

Sin embargo, este proceso de reciclaje se lleva a cabo de forma manual, ya que no se cuenta con una máquina que haga esta función se separar los residuos, es por eso que en esta tesis se quiere lograr esa función mediante la banda transportadora de residuos con imantación. Primero se definirá que es una banda transportadora y es "un sistema de transporte continúo formado por una banda continua que se mueve entre dos tambores. Por lo general, la banda es arrastrada por la fricción de sus tambores, que a la vez este es accionado por su motor. Esta fricción es la resultante de la aplicación de una tensión a la banda transportadora, habitualmente mediante un mecanismo tensor por husillo o tornillo tensor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores. Denominados rodillos de soporte."[7]

Ya que se vio que es una banda transportadora pasaremos al conjunto de objetos que son los más importantes en este proyecto ya que básicamente van hacer los principales para que este proceso de separación funcione y esos son los llamados imanes los cuales son: "se utilizan para identificar a un mineral en cuya estructura se combina un par de óxidos de hierro y que posee la particularidad de generar atracción en otros elementos de hierro, acero o, en menor medida, de otras clases de materiales (metales)."[8]

Entonces ya que se vio lo que es una banda transportadora y lo que es un imán, básicamente tenemos los componentes fundamentales para crear este proyecto y lo que va hacer este sistema es que el conjunto de imanes (que van hacer unos especiales) van a jalar con su fuerza electromagnética los residuos metálicos hacia arriba ya que este sistema va a estar arriba de la banda transportadora y de esta manera se podrán separar los residuos, desarrollando el reciclaje de forma más rápida y eficiente.

RESULTADOS

informar de lo que más se pueda referente a conceptos, como se hace el proyecto, lo que se quiere combatir, estadísticas y demás, con esto se verá e imaginará como podrá funcionar el proyecto de manera física y que beneficios traerá si en un futuro se hace de manera práctica.

CONCLUSIONES

Respecto a los detalles ya mencionados del proyecto se puede denotar que el tiempo y calidad del proceso de separación de desechos mejoraría considerablemente, respecto al proceso manual, ya que el tiempo sería más corto y garantizaría la óptima separación de los material antes mencionado. Además de que en cuanto a estadísticas las cifras tendrían un mejoramiento.

- Se informa sobre la actividad humana que genera impactos ambientales que repercuten en

los medios físicos, biológicos y socioeconómicos afectando a los recursos naturales con el consiguiente deterioro de las condiciones de salud en que se desenvuelve la vida del hombre. Esos impactos se hacen sentir en las aguas, el aire, los suelos y paradójicamente en la propia actividad humana que les da origen para que la población cambien su actitud en forma positiva con la finalidad de lograr la protección del medio ambiente y el mejoramiento de la salud.

- Se debe brindar una capacitación referente a la higiene, de tal manera se evitaría todo tipo de enfermedad y contaminación ambiental.
- Con un buen manejo de estilos de vida saludable se logra una calidad de vida y un bienestar físico, mental e intelectual.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la ORP por la oportunidad de lograr transmitir nuestras aportaciones al congreso para poder tener un congreso de exito para madrid, ya que no hay otro evento que tenga realce mundial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

4. http://www.vitalis.net/recursos/residuos-y-desechos/basura/

5. http://www.monografias.com/trabajos10/contam/contam.shtml

6. http://www.inforeciclaje.com/que-es-reciclaje.php

- Dimate Borda, Carlos "Manejo de residuos sólidos" . Programa zonas ambientalmente competitivas de la localidad de Chapinero. Bogotá. 2010.
- Medina, Caraballo y Jimenez "Contaminación ambiental y manejo de desechos sólidos. Caracas.2007.
- Manual para el docente "educar para el ambiente", elaborado por Susana Rivera Valdez – 2003 –Buenos Aires.
- Organización Panamericana de la Salud "Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre. Washington.DC. OPS-2003.
- Roldan Ruiz, Paloma "Legislación y salud ambiental en el manejo de residuos sólidos en instituciones educativas "Lima-Perú- 2008.

El aula 4.0 una herramienta de formación en la era digital preservando los valores de las Personas y su protección en el Instituto Politécnico Nacional.

RESUMEN / ABSTRACT

Vivimos una era de profundos y continuos cambios, estos de una u otra manera inciden y transforman nuestra vida, nuestros hábitos y tal vez hasta nuestros valores, debemos hacer un alto y reflexionar como queremos el futuro inmediato y sin duda alguna este debe ser mejor, mejor en una mayor calidad de vida, mejor en que la empresa debe ser saludable, debemos armonizar con nuestro entorno, el desarrollo sustentable es fundamental, muchas veces no reflexionamos si vamos por la ruta adecuada y desde luego que la era digital es para bien más sin embargo no podemos olvidar el aula, en la escuela formamos y no debemos deformar a nuestros estudiantes, por ello en México aspiramos en específico en el Instituto Politécnico Nacional a ofrecer una educación 4.0, pero debemos ir teniendo un crecimiento paulatino y no de golpe, esto a fin de consolidarlo, por ello los estudiantes de recién ingreso al Nivel Medio Superior cuentan con el Aula 4.0 un recurso digital colocado en la plataforma de la propia institución y cada alumno cuenta con una cuenta propia e individual, aquí además de los conocimientos curriculares hacemos énfasis en que debe presentar una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva, practicar los valores de respeto, dignidad, la no violencia, la responsabilidad, el orden, la limpieza y el trabajo en equipo, invitando a practicar los valores de respeto dignidad, la responsabilidad, el orden, la limpieza, el desarrollo sustentable y la protección personal.
El material tiene una serie de ventajas como lo es el poder emplearlo indistintamente del horario y día, contiene una parte de autoevaluación.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Formación integral
Internet y formación
Desarrollo sustentable

AUTORES / AUTHORS

Gumersindo David Fariña López
Instituto Politécnico Nacional.Cecyt No. 7 “Cuauhtémoc”
dafarina@hotmail.com
Silvia Ochoa Ayala
Instituto Politécnico Nacional.Cecyt No. 7 “Cuauhtémoc”
zirahuen07@hotmail.com
Francisco García Mora
Instituto Politécnico Nacional del UPIICSA
upiicsa_fgmora@yahoo.com.mx

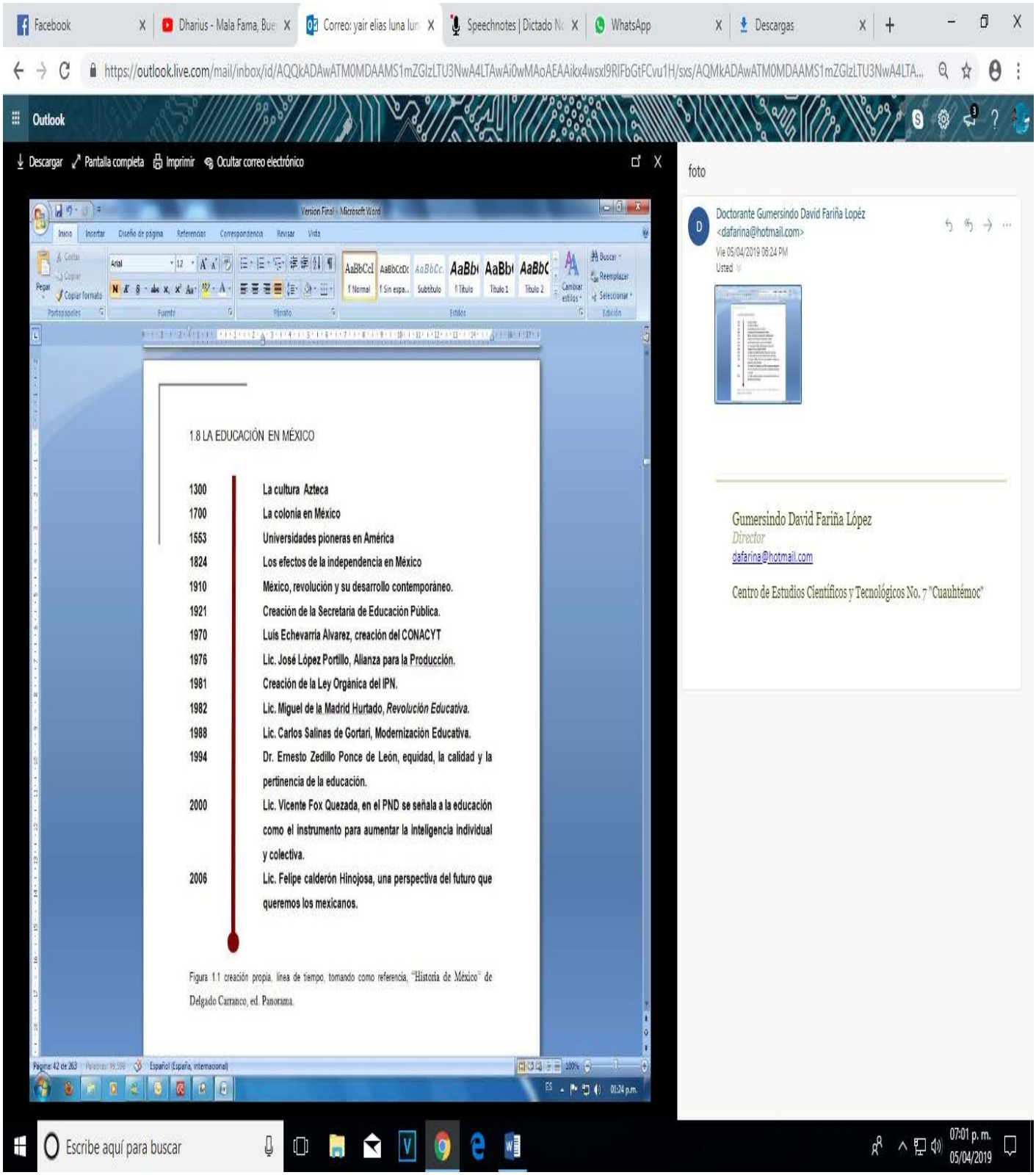
INTRODUCCIÓN

Actualmente en México se busca el bienestar a través de lo que el presidente de la República llama la cuarta transformación que se desea lograr una transformación se debe sustentar mejorando la educación.

Indudablemente la educación que se ofrecía en México en México en los años 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010 debe de ir evolucionando, no se puede conservar de la misma manera, hoy en día se debe aspirar a la educación 4.0.

Es por ello que en el instituto Político Nacional el aula 4.0 es una herramienta de formación acorde a la era digital preservando los valores de las personas y su protección, hacemos énfasis en que no podemos soslayar ni dejar de lado el tema de la protección personal, protección civil, debemos saber cómo actuar ante las diversas adversidades y emergencias que se presentan en las cuales puede estar envuelto un trabajador.

La Educación qué algunos conciben como la acción designado a través de la cual se busca una formación para desarrollar las capacidades ya sean intelectuales de integración de conocimientos y que integran la moral de las personas para poder ser conducida mejor manera los diferentes rubros o las diferentes círculos sociales en donde les toque estar en la familia, en el trabajo o los demás debe de ser la piedra angular sobre la cual se sustente toda acción de cualquier país siempre y cuando ese país aspira a mejorar las condiciones de su gente.


Facebook
Dharius - Mala Fama, Bue
Correo: yair elias luna lun
Speechnotes | Dictado N
WhatsApp
Descargas
https://outlook.live.com/mail/inbox/id/AQQkADAwATM0MDAAMS1mZGIzLTU3NwA4LTAwAi0wMAoAEAAikx4wsxI9RlFbGtFCvu1H/sxs/AQMkADAwATM0MDAAMS1mZGIzLTU3NwA4LTA...
Outlook
Descargar
Pantalla completa
Imprimir
Ocultar correo electrónico
Versión Final - Microsoft Word
1.8 LA EDUCACIÓN EN MÉXICO
1300 La cultura Azteca
1700 La colonia en México
1553 Universidades pioneras en América
1824 Los efectos de la independencia en México
1910 México, revolución y su desarrollo contemporáneo.
1921 Creación de la Secretaría de Educación Pública.
1970 Luis Echevarría Alvarez, creación del CONACYT
1976 Lic. José López Portillo, Alianza para la Producción.
1981 Creación de la Ley Orgánica del IPN.
1982 Lic. Miguel de la Madrid Hurtado, Revolución Educativa.
1988 Lic. Carlos Salinas de Gortari, Modernización Educativa.
1994 Dr. Ernesto Zedillo Ponce de León, equidad, la calidad y la pertinencia de la educación.
2000 Lic. Vicente Fox Quezada, en el PND se señala a la educación como el instrumento para aumentar la inteligencia individual y colectiva.
2006 Lic. Felipe calderón Hinojosa, una perspectiva del futuro que queremos los mexicanos.
Figura 1.1 creación propia, línea de tiempo, tomando como referencia, "Historia de México" de Delgado Carranco, ed. Panorama.
foto
Doctorante Gumersindo David Fariña Lopéz
<dafarina@hotmail.com>
Vie 05/04/2019 06:24 PM
Usted
Gumersindo David Fariña López
Director
dafarina@hotmail.com
Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 7 "Cuauhtémoc"
Escribe aquí para buscar
07:01 p. m.
05/04/2019

En los últimos años que a nivel mundial por el fenómeno de la globalización se han desarrollado una serie de patrones de interacción, interrelación y conciencia que han un aproximado para estructurar el planeta como un espacio social único, es indudable que el Internet ha coadyuvado fuertemente en recortar las distancias antiguamente una aportación, un artículo o cualquier situación que cualquiera quería dar a conocer requería de mucho tiempo, hoy en día lo que sucede en China llega a todo el mundo rápidamente a través de las supercarreteras de la comunicación que es el Internet lo mismo que se da en España en México y en diferentes puntos, es por ello que se busca aprovechar adecuadamente estos espacios, que en algunas ocasiones los jóvenes los toma como espacios de esparcimiento, para divertirse como para comentar cosas en in trascendentales con los demás muchachos, en este caso nosotros buscamos también que permitan ser parte de la educación ya que la educación se debe considerar como el motor en los cambios en comportamiento y actitudes, es un fenómeno fundamental para incorporar nuevas formas de enfrentar los riesgos que la naturaleza intrínsecamente posee por lo que educación en Protección civil debe ser una de las prioridades, así lo considera el Instituto Politécnico Nacional .

El ser humano tiene una gran tarea, una tarea Superior y es la de conservar su entorno, la naturaleza, debemos de buscar el desarrollo en armonía con la naturaleza y no atentar ni contra nuestros semejantes ni mucho menos contra nosotros mismos, en ocasiones el hombre al llegar a instaurarse a un espacio lo modifica, esto no es pertinente porque los cambios que hacemos se nos pueden voltear a nosotros mismos, en la Ciudad de México se nos han presentado una serie de lluvias atípicas, una serie de fenómenos meteorológicos y hoy mismo el Popocatépetl se manifiesta como un volcán activo lo cual nos llena de zozobra pero, no debemos de tener miedo sino buscar estar preparados adecuadamente y poder afrontar cualquier situación es aquí donde cobra relevancia el ámbito de la protección civil, la protección civil desde sus inicios busca el complemento de algunas o todas las áreas humanitarias destinados a proteger a la población contra los peligros de las hostilidades y de las catástrofes ayudándole a recuperarse de los efectos inmediatos así como facilitar las condiciones necesarias para la supervivencia y más aún para vivir adecuadamente y para que tengamos un crecimiento en bienestar.

La ciudad de México se encuentra ubicada en una zona altamente sísmica pero no es solamente es a su principal preocupación de los que habitamos esta metrópoli, sino que también en los últimos momentos la actividad constante del Popocatépetl, nos habíamos olvidado que era un volcán activo y también hemos tenido afectaciones como son inundaciones y algunos incendios

Una compañía Suiza de seguros señala qué catástrofes naturales se debe entender como un evento siniéstral causado por las fuerzas naturales que por regla general produce una multitud y daños individuales te afectan a muchos contratos de seguro y con frecuencia a varia partes contractuales como la magnitud siniestra de una catástrofe no solamente depende de la intensidad de los fenómenos naturales sino también de los factores donde interviene el hombre como forma de construcción y la eficacia construcción contra catástrofes en las regiones afectadas y se presentan seis categorías para las catástrofes naturales inundación, tempestad, terremoto aquí se incluyen maremoto tsunami sequías incendios forestales fríos heladas y otros como las granizadas y aludes hace poco permiten unas horas del hombre se han dado socavones en la Ciudad de México o la caída de una torre de una plaza comercial es por ello que es fundamental que se tenga presente la importancia y la trascendencia de lo que es la protección civil.

METODOLOGÍA

La metodología que es desarrollo fue la documental, se identifique la evolución y aplicación de la protección civil en la normatividad, reglamentos y leyes existentes.

Se partió de un diagnóstico de seguridad y salud en el trabajo se observa las condiciones inseguras que existen y se hizo él comparativo si se cumplen las diferentes normas oficiales mexicanas que emite la Secretaría del trabajo y previsión social en la versión más reciente tomando todos y cada uno de los puntos que se deben considerar.

Asimismo, en la metodología se hace énfasis en las actividades que deben tener nuestros alumnos que llevan las señales de aprendizaje para poder aprovechar correctamente el aula invertida 4.0 qué hace énfasis en la protección civil.

RESULTADOS

El material desarrollado tiene las siguientes características:

El aula 4.0 es un recurso que es creada para fortalecer los conocimientos del alumno con la ayuda de la Tecnología.

En el aula 4.0 se proponen recursos digitales a los alumnos del sistema presencial para fortalecer sus conocimientos.

Fue creada y puesta en marcha en el inicio del ciclo escolar 2018 – 2019 en el mes de Agosto del año 2018.

El aula 4.0 es una herramienta educativa en el que la fuente de información es confiable ya que esta creada con base en los recursos que se utilizan en las unidades de aprendizaje del Bachillerato Tecnológico Bivalente a Distancia.

El aula 4.0 puede ser consultada por los alumnos de la modalidad presencial que estén inscritos en el IPN y profesores que están impartiendo las unidades de aprendizaje en ese momento.

El acceso a la plataforma es por medio de un usuario y contraseña que es proporcionada por la UPV.

Al entrar el alumno encontrará las unidades de aprendizaje que este cursando en ese momento en la modalidad presencial, además de un video que explica de forma rápida y sencilla la navegación y contenidos de las unidades de aprendizaje, así como un curso propedéutico con el nombre de “Navegando en el Aula 4.0 y estrategias para estudiar”.

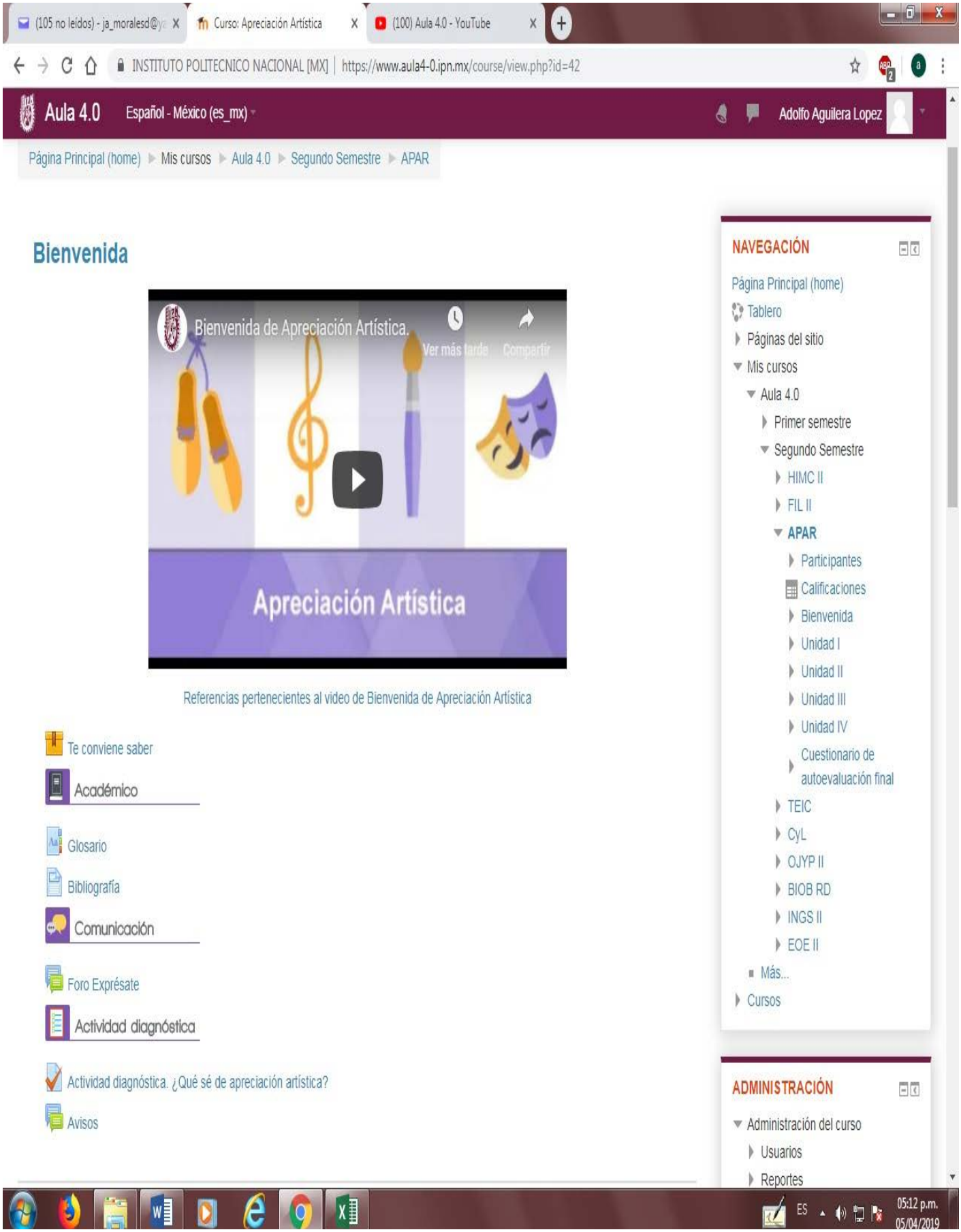
El link para visualizar el video es el siguiente: https://youtu.be/z7038jowkXI


(105 no leidos) - ja_moralesd@y
Aula 4.0
(100) Aula 4.0 - YouTube
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx
Aula 4.0
Español - México (es_mx)
JOSE ABRAHAM MORALES DOMINGUEZ
Navegación
Calendario
Aula 4.0
Cursos disponibles
Navegando en Aula 4.0 y estrategias para estudiar
Navegando en el Aula 4.0 y estrategias para estudiar
Álgebra
Álgebra
Filosofía I
Filosofía
Computación Básica I
Computación Básica I
Inglés I
Inglés I
Expresión Oral y Escrita I
Expresión Oral y Escrita I
VISTA RÁPIDA
Aula 4.0
YouTube
ORIENTATICC
Álgebra
Apreciación Artística
Biología
Computación Básica I
Computación Básica II
Comunicación y Liderazgo
Desarrollo de Habilidades del Pensamiento
Desarrollo Personal I
Expresión Oral y Escrita I
Expresión Oral y Escrita II
Filosofía I
Filosofía II
Geometría y Trigonometría
Historia de México Contemporáneo I
Historia de México Contemporáneo II
Inglés I
Inglés II
Orientación Juvenil y Profesional I
ES
05:04 p.m.
05/04/2019

Todas las unidades de aprendizaje están integradas por las siguientes secciones:

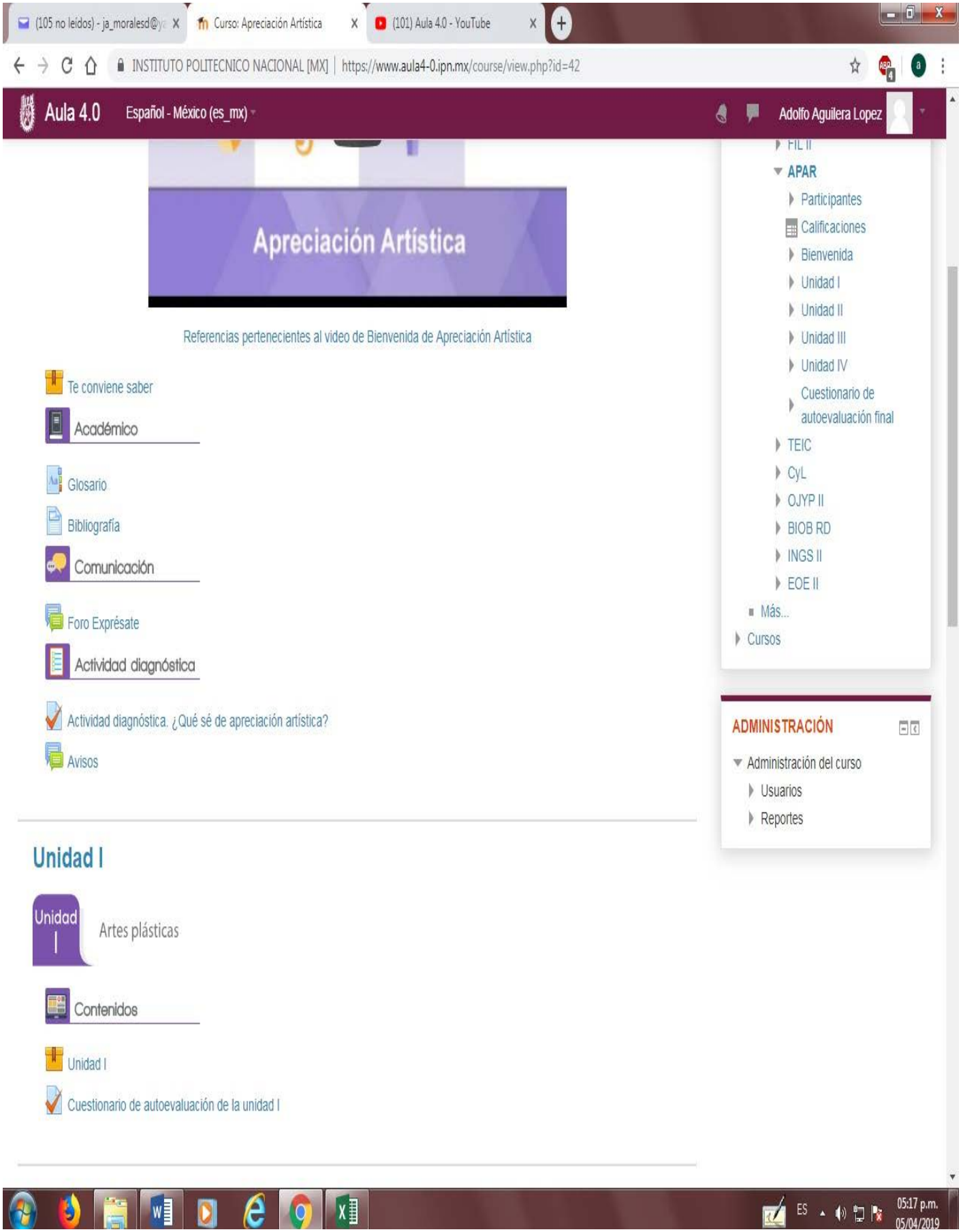
1.- Un video de bienvenida:

Mensaje breve en video del contenido del curso y ventajas de utilizar el material para compartir información con sus compañeros y profesor de la modalidad presencial.


(105 no leídos) - ja_moralesd@y
Curso: Apreciación Artística
(100) Aula 4.0 - YouTube
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx/course/view.php?id=42
Aula 4.0
Español - México (es_mx)
Adolfo Aguilera Lopez
Página Principal (home) ▸ Mis cursos ▸ Aula 4.0 ▸ Segundo Semestre ▸ APAR
Bienvenida
Bienvenida de Apreciación Artística.
Ver más tarde
Compartir
Apreciación Artística
Referencias pertenecientes al video de Bienvenida de Apreciación Artística
Te conviene saber
Académico
Glosario
Bibliografía
Comunicación
Foro Exprésate
Actividad diagnóstica
Actividad diagnóstica. ¿Qué sé de apreciación artística?
Avisos
NAVEGACIÓN
Página Principal (home)
Tablero
Páginas del sitio
Mis cursos
Aula 4.0
Primer semestre
Segundo Semestre
HIMC II
FIL II
APAR
Participantes
Calificaciones
Bienvenida
Unidad I
Unidad II
Unidad III
Unidad IV
Cuestionario de autoevaluación final
TEIC
CyL
OJYP II
BIOB RD
INGS II
EOE II
Más...
Cursos
ADMINISTRACIÓN
Administración del curso
Usuarios
Reportes
ES
05:12 p.m.
05/04/2019

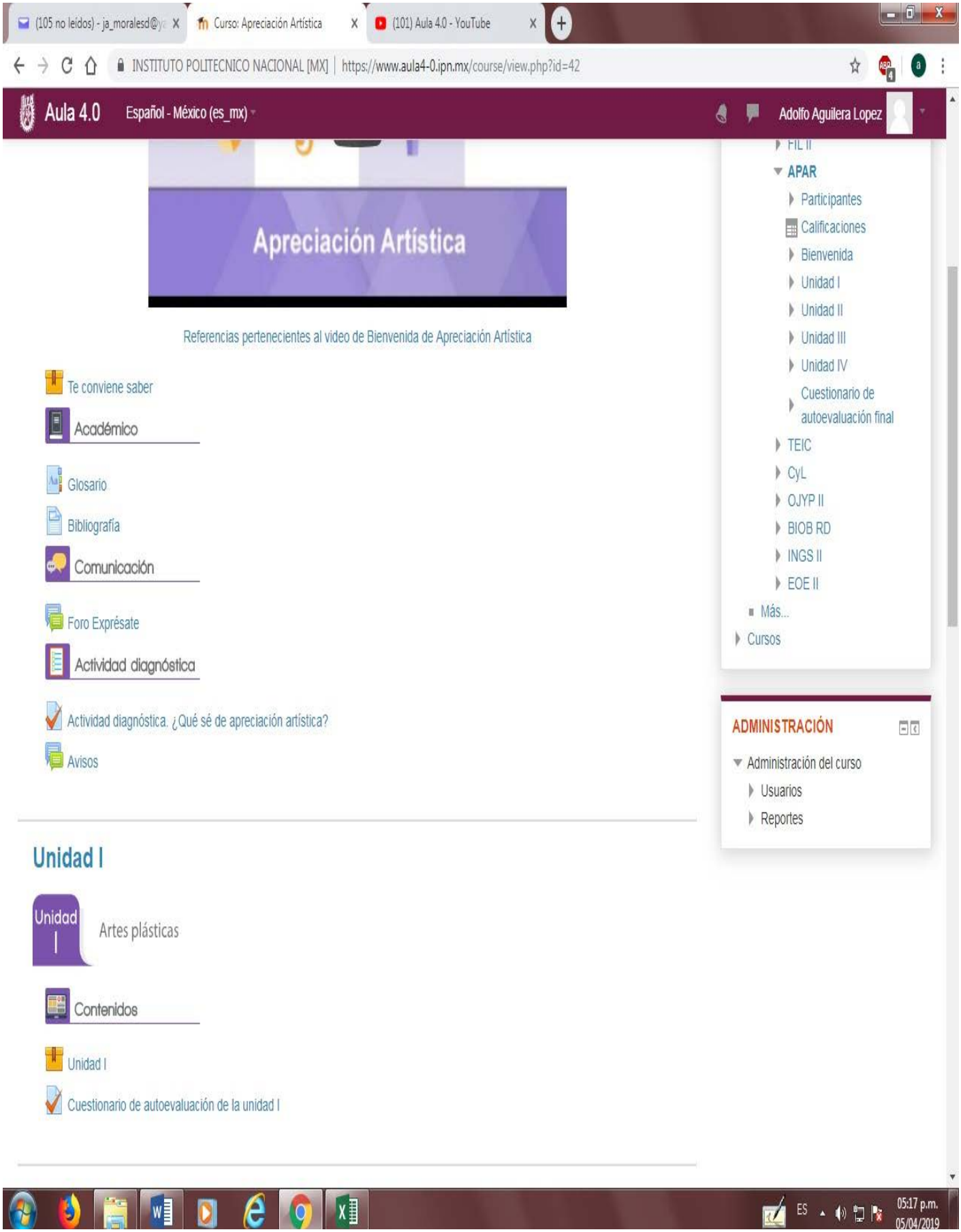
2.- Te conviene saber:

Se compone de los apartados competencias de la unidad de aprendizaje y la guía del estudiante. En donde se explican las habilidades que se desarrollaran y la manera de trabajar en el curso.


(105 no leídos) - ja_moralesd@y
Curso: Apreciación Artística
(101) Aula 4.0 - YouTube
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx/course/view.php?id=42
Aula 4.0
Español - México (es_mx)
Adolfo Aguilera Lopez
Apreciación Artística
Referencias pertenecientes al video de Bienvenida de Apreciación Artística
Te conviene saber
Académico
Glosario
Bibliografía
Comunicación
Foro Exprésate
Actividad diagnóstica
Actividad diagnóstica. ¿Qué sé de apreciación artística?
Avisos
Unidad I
Unidad I
Artes plásticas
Contenidos
Unidad I
Cuestionario de autoevaluación de la unidad I
FIL II
APAR
Participantes
Calificaciones
Bienvenida
Unidad I
Unidad II
Unidad III
Unidad IV
Cuestionario de autoevaluación final
TEIC
CyL
OJYP II
BIOB RD
INGS II
EOE II
Más...
Cursos
ADMINISTRACIÓN
Administración del curso
Usuarios
Reportes
ES
05:17 p.m.
05/04/2019

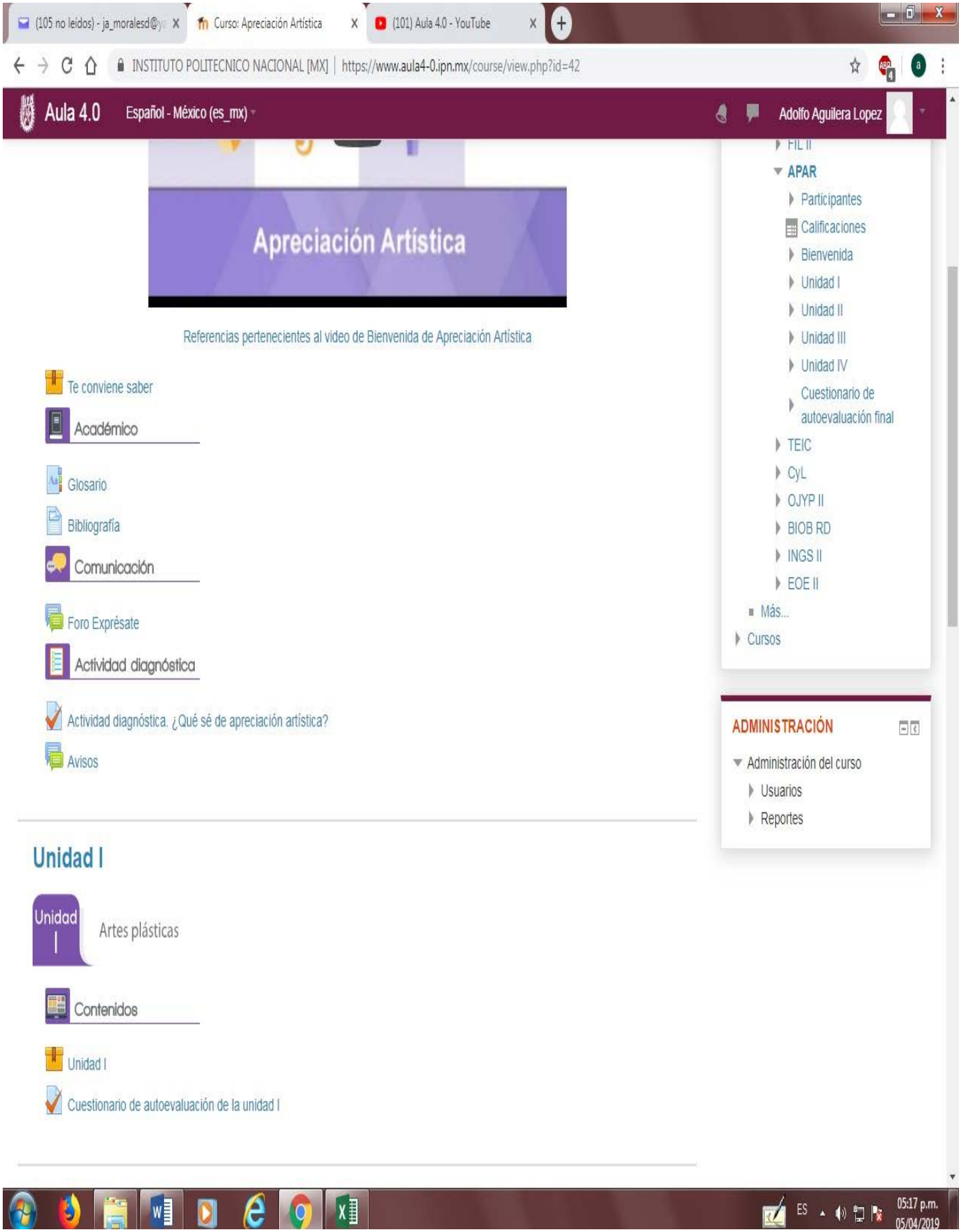
3.- Académico:

Que contiene un Glosario con los términos que se utilizarán en la unidad de aprendizaje y la Bibliografía con las fuentes utilizadas en el desarrollo de la unidad de aprendizaje.


(105 no leídos) - ja_moralesd@y
Curso: Apreciación Artística
(101) Aula 4.0 - YouTube
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx/course/view.php?id=42
Aula 4.0
Español - México (es_mx)
Adolfo Aguilera Lopez
Apreciación Artística
Referencias pertenecientes al video de Bienvenida de Apreciación Artística
Te conviene saber
Académico
Glosario
Bibliografía
Comunicación
Foro Exprésate
Actividad diagnóstica
Actividad diagnóstica. ¿Qué sé de apreciación artística?
Avisos
Unidad I
Unidad I
Artes plásticas
Contenidos
Unidad I
Cuestionario de autoevaluación de la unidad I
FIL II
APAR
Participantes
Calificaciones
Bienvenida
Unidad I
Unidad II
Unidad III
Unidad IV
Cuestionario de autoevaluación final
TEIC
CyL
OJYP II
BIOB RD
INGS II
EOE II
Más...
Cursos
ADMINISTRACIÓN
Administración del curso
Usuarios
Reportes
ES
05:17 p.m.
05/04/2019

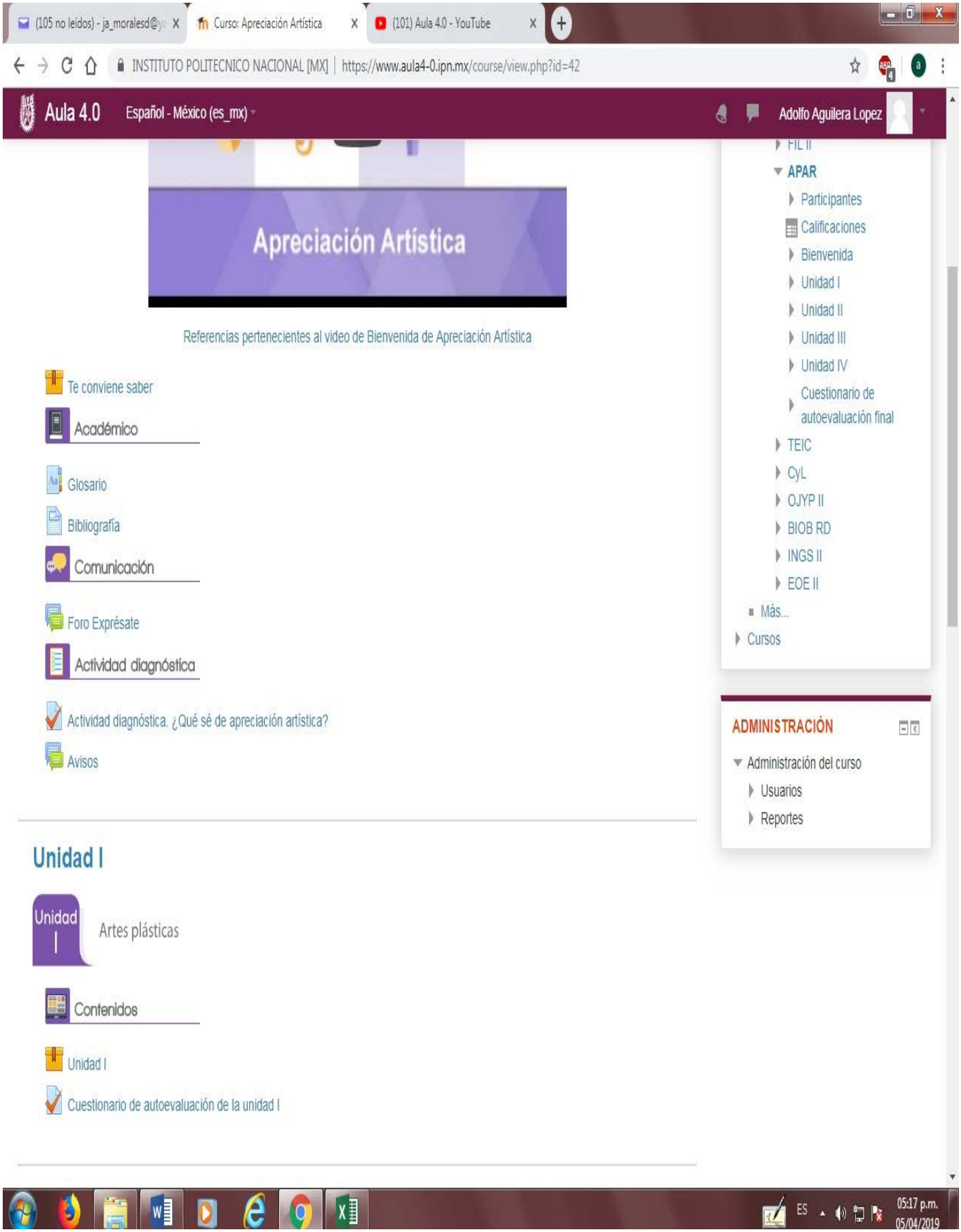
4.- Foro Expresate:

Es un foro de comunicación en donde los alumnos y profesores podrán dar su opinión o inquietud acerca de los materiales de las unidades de aprendizaje.


(105 no leídos) - ja_moralesd@y
Curso: Apreciación Artística
(101) Aula 4.0 - YouTube
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx/course/view.php?id=42
Aula 4.0
Español - México (es_mx)
Adolfo Aguilera Lopez
Apreciación Artística
Referencias pertenecientes al video de Bienvenida de Apreciación Artística
Te conviene saber
Académico
Glosario
Bibliografía
Comunicación
Foro Exprésate
Actividad diagnóstica
Actividad diagnóstica. ¿Qué sé de apreciación artística?
Avisos
Unidad I
Unidad I
Artes plásticas
Contenidos
Unidad I
Cuestionario de autoevaluación de la unidad I
FIL II
APAR
Participantes
Calificaciones
Bienvenida
Unidad I
Unidad II
Unidad III
Unidad IV
Cuestionario de autoevaluación final
TEIC
CyL
OJYP II
BIOB RD
INGS II
EOE II
Más...
Cursos
ADMINISTRACIÓN
Administración del curso
Usuarios
Reportes
ES
05:17 p.m.
05/04/2019

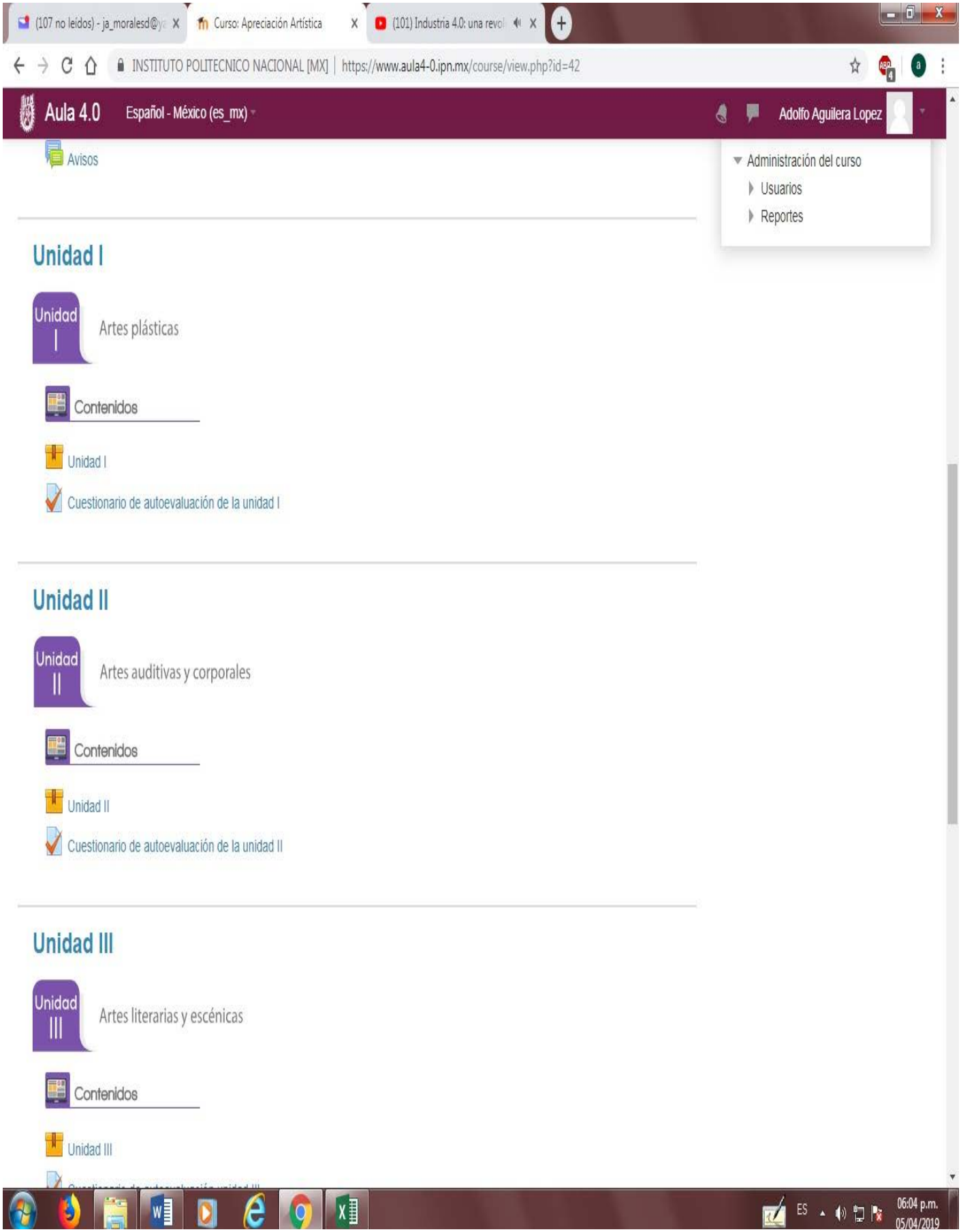
5.- Actividad Diagnóstica.

Es un cuestionario de auto evaluación que permite al alumno percibir los conocimientos previos relacionados con los temas del curso.


(105 no leídos) - ja_moralesd@y
Curso: Apreciación Artística
(101) Aula 4.0 - YouTube
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx/course/view.php?id=42
Aula 4.0
Español - México (es_mx)
Adolfo Aguilera Lopez
Apreciación Artística
Referencias pertenecientes al video de Bienvenida de Apreciación Artística
Te conviene saber
Académico
Glosario
Bibliografía
Comunicación
Foro Exprésate
Actividad diagnóstica
Actividad diagnóstica. ¿Qué sé de apreciación artística?
Avisos
Unidad I
Unidad I
Artes plásticas
Contenidos
Unidad I
Cuestionario de autoevaluación de la unidad I
FIL II
APAR
Participantes
Calificaciones
Bienvenida
Unidad I
Unidad II
Unidad III
Unidad IV
Cuestionario de autoevaluación final
TEIC
CyL
OJYP II
BIOB RD
INGS II
EOE II
Más...
Cursos
ADMINISTRACIÓN
Administración del curso
Usuarios
Reportes
ES
05:17 p.m.
05/04/2019

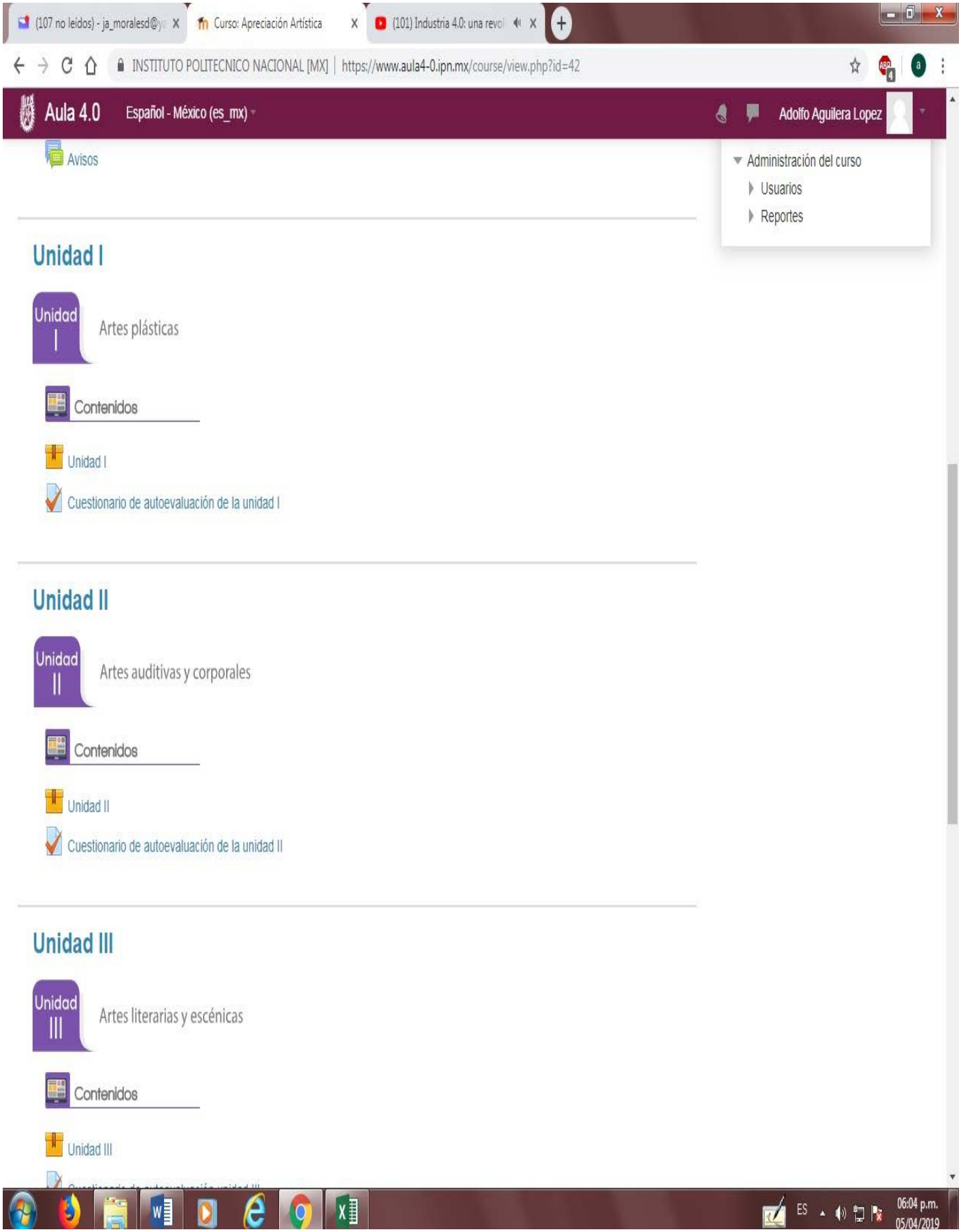
6.- Contenidos del curso:

Se muestran los bloques que están divididos en tres o cuatro unidad del curso. Los alumnos podrán acceder a las unidades dando clic en la unidad y podrán encontrar los temas relacionados a la unidad de aprendizaje y podrán navegar en cualquier momento en ellos mientras esté vigente la unidad de aprendizaje.


(107 no leídos) - ja_moralesd@y
Curso: Apreciación Artística
(101) Industria 4.0: una revol
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx/course/view.php?id=42
Aula 4.0
Español - México (es_mx)
Adolfo Aguilera Lopez
Avisos
Administración del curso
Usuarios
Reportes
Unidad I
Unidad I
Artes plásticas
Contenidos
Unidad I
Cuestionario de autoevaluación de la unidad I
Unidad II
Unidad II
Artes auditivas y corporales
Contenidos
Unidad II
Cuestionario de autoevaluación de la unidad II
Unidad III
Unidad III
Artes literarias y escénicas
Contenidos
Unidad III
ES
06:04 p.m.
05/04/2019

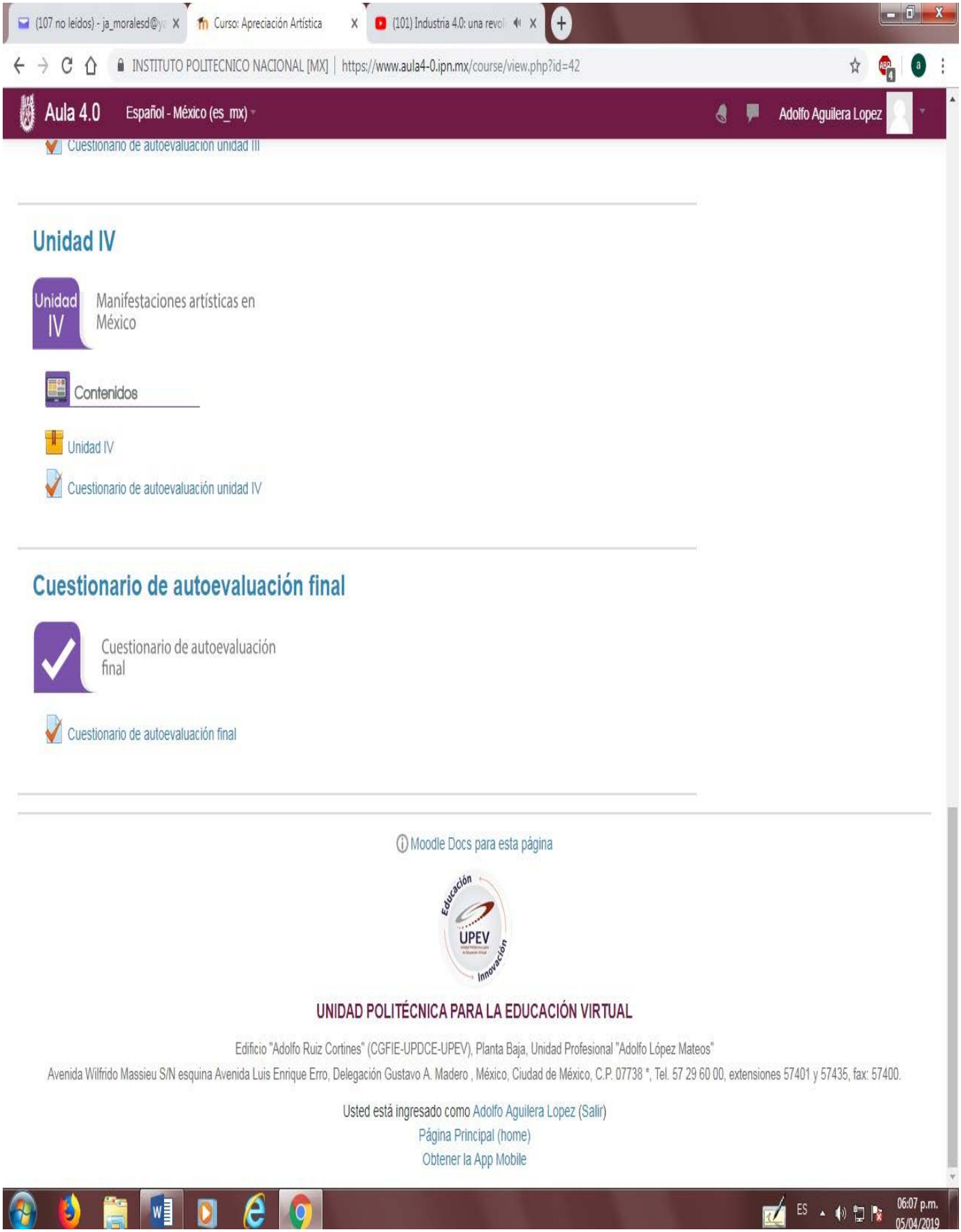
7.- Actividad diagnóstica:

Al final de la unidad encontraran un cuestionario de auto evaluación para que los alumnos verifiquen los aprendizajes que han obtenido.


(107 no leídos) - ja_moralesd@y
Curso: Apreciación Artística
(101) Industria 4.0: una revol
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx/course/view.php?id=42
Aula 4.0
Español - México (es_mx)
Adolfo Aguilera Lopez
Avisos
Administración del curso
Usuarios
Reportes
Unidad I
Unidad I
Artes plásticas
Contenidos
Unidad I
Cuestionario de autoevaluación de la unidad I
Unidad II
Unidad II
Artes auditivas y corporales
Contenidos
Unidad II
Cuestionario de autoevaluación de la unidad II
Unidad III
Unidad III
Artes literarias y escénicas
Contenidos
Unidad III
ES
06:04 p.m.
05/04/2019

8.- Cuestionario de Autoevaluación final.

Cuestionario que le permitirá al alumno comprobar los conocimientos adquiridos al finalizar el curso.


(107 no leídos) - ja_moralesd@y
Curso: Apreciación Artística
(101) Industria 4.0: una revol
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx/course/view.php?id=42
Aula 4.0
Español - México (es_mx)
Adolfo Aguilera Lopez
Cuestionario de autoevaluación unidad III
Unidad IV
Unidad IV
Manifestaciones artísticas en México
Contenidos
Unidad IV
Cuestionario de autoevaluación unidad IV
Cuestionario de autoevaluación final
Cuestionario de autoevaluación final
Cuestionario de autoevaluación final
Moodle Docs para esta página
Educación
UPEV
Innovación
UNIDAD POLITÉCNICA PARA LA EDUCACIÓN VIRTUAL
Edificio "Adolfo Ruiz Cortines" (CGFIE-UPDCE-UPEV), Planta Baja, Unidad Profesional "Adolfo López Mateos"
Avenida Wilfrido Massieu S/N esquina Avenida Luis Enrique Erro, Delegación Gustavo A. Madero , México, Ciudad de México, C.P. 07738 *, Tel. 57 29 60 00, extensiones 57401 y 57435, fax: 57400.
Usted está ingresado como Adolfo Aguilera Lopez (Salir)
Página Principal (home)
Obtener la App Mobile
ES
06:07 p.m.
05/04/2019

Curso propedéutico:

Cuenta con un portal llamado Ser politécnico ser polivirtual, cuenta con contenidos diseñados para desarrollar y fortalecer habilidades tecnológicas, autogestivas, comunicativas y de aprendizaje en general, como el pensamiento creativo, el trabajo colaborativo, la búsqueda de información entre otras.


(107 no leídos) - ja_moralesd@y
Curso: Navegando en Aula 4.0 y
(101) Neuromarketing: som
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx/course/view.php?id=13
Aula 4.0
Español - México (es_mx)
Adolfo Aguilera Lopez
Navegando en Aula 4.0 y estrategias para estudiar
Página Principal (home) ▸ Mis cursos ▸ Aula 4.0 ▸ Primer semestre ▸ Curso propedéutico
Navegando en Aula 4.0 y estrategias para estudiar
recursos tecnológicos disponibles en un ambiente virtual en una modalidad sin restricciones de espacio y tiempo. En este Curso propedéutico: Navegando en el Aula 4.0 y estrategias para estudiar podrás desarrollar las habilidades y conocimientos necesarios que te permitirán estudiar de manera eficaz y exitosa el Bachillerato General del Instituto Politécnico Nacional.
Para comenzar, observa el siguiente video:
0:00 / 3:03
A partir de este momento es importante que consideres los siguientes puntos que te serán de utilidad para tu estudio:
a) Lee cuidadosamente todas las instrucciones. Leer y comprender adecuadamente te permitirá avanzar mejor y
NAVEGACIÓN
Página Principal (home)
Tablero
Páginas del sitio
Mis cursos
Aula 4.0
Primer semestre
DHDP
Curso propedéutico
Participantes
Calificaciones
Segundo Semestre
Más...
Cursos
PERSONAS
Participantes
ADMINISTRACIÓN
Administración del curso
Darme de baja (des-inscribir) en Curso propedéutico
RECURSOS DE APOYO
Guía rápida de navegación
ES
06:09 p.m.
05/04/2019

Profesores

Los profesores tendrán acceso a los recursos anteriormente descritos para poder navegar y así poderlos integrar a sus planes de clase.

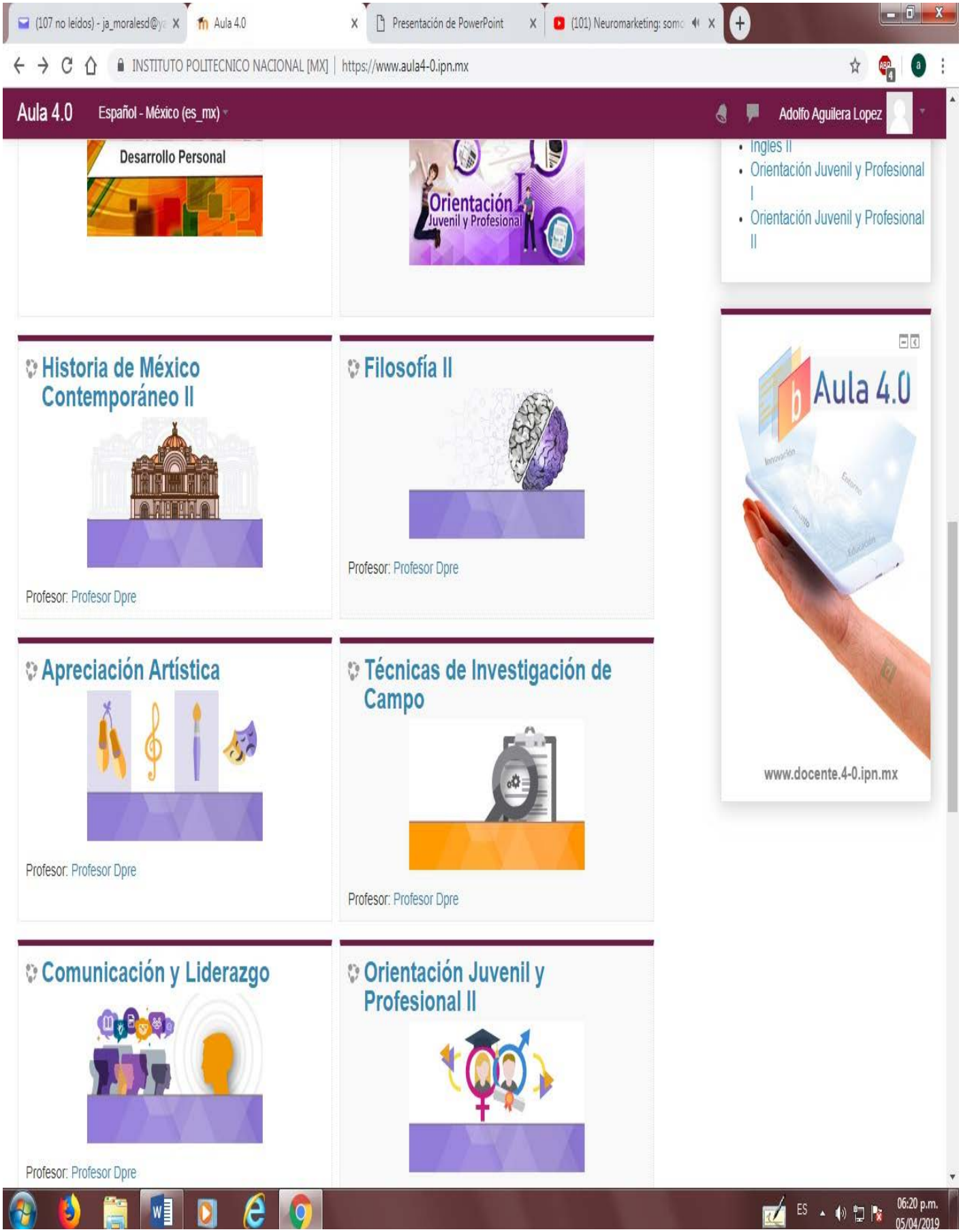
Los docentes también podrán entrar a los siguientes apartados.

Orienta TICC, donde se presentan guías académicas para profesores que desean incorporalas las Tecnologías de la Información, Comunicación y el conocimiento.


(107 no leídos) - ja_moralesd@y
Aula 4.0
Presentación de PowerPoint
(101) Neuromarketing: somo
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx
Aula 4.0
Español - México (es_mx)
Adolfo Aguilera Lopez
Inglés I
Inglés I
Expresión Oral y Escrita I
Expresión Oral y Escrita I
Desarrollo de Habilidades del Pensamiento
Desarrollo de Habilidades del Pensamiento
Historia de México Contemporáneo I
Historia de México Contemporáneo I
Desarrollo Personal
Desarrollo Personal
Orientación Juvenil y Profesional I
Orientación Juvenil y Profesional
Historia de México Contemporáneo II
Filosofía II
Lun Mar Mié Jue Vie Sáb Dom
1 2 3 4 5 6 7
8 9 10 11 12 13 14
15 16 17 18 19 20 21
22 23 24 25 26 27 28
29 30
ORIENTATICC
Álgebra
Apreciación Artística
Biología
Computación Básica I
Computación Básica II
Comunicación y Liderazgo
Desarrollo de Habilidades del Pensamiento
Desarrollo Personal I
Expresión Oral y Escrita I
Expresión Oral y Escrita II
Filosofía I
Filosofía II
Geometría y Trigonometría
Historia de México Contemporáneo I
Historia de México Contemporáneo II
Inglés I
Inglés II
Orientación Juvenil y Profesional I
Orientación Juvenil y Profesional II
Aula 4.0
ES
06:12 p.m.
05/04/2019


(107 no leidos) - ja_moralesd@
Aula 4.0
Presentación de PowerPoint
(101) Neuromarketing: somo
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx/pluginfile.php/523/block_html/content/orientaticc_desarrollo_personalv...
Aula 4.0
OrientaTICC
Guía académica para profesores de NMS del IPN que desean incorporar las TICC a su aula de clase
Unidad Politécnica para la Educación Virtual
Aula 4.0
ES
06:11 p.m.
05/04/2019

Los profesores tienen acceso al portal Docente 4.0 con información que apoya a la labor docente dentro y fuera del aula a partir de la implementación de la tecnología en sus clases.


(107 no leídos) - ja_moralesd@y
Aula 4.0
Presentación de PowerPoint
(101) Neuromarketing: somo
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL [MX] | https://www.aula4-0.ipn.mx
Aula 4.0
Español - México (es_mx)
Adolfo Aguilera Lopez
Desarrollo Personal
Orientación Juvenil y Profesional
Inglés II
Orientación Juvenil y Profesional I
Orientación Juvenil y Profesional II
Historia de México Contemporáneo II
Profesor: Profesor Dpre
Filosofía II
Profesor: Profesor Dpre
Aula 4.0
www.docente.4-0.ipn.mx
Apreciación Artística
Profesor: Profesor Dpre
Técnicas de Investigación de Campo
Profesor: Profesor Dpre
Comunicación y Liderazgo
Profesor: Profesor Dpre
Orientación Juvenil y Profesional II
ES
06:20 p.m.
05/04/2019


(107 no leídos) - ja_morales
Aula 4.0
Inicio • Docente 4.0
Presentación de PowerPoint
(101) Neuromarketing:
https://docente.4-0.ipn.mx
SEP
Docente 4.0
Conéctate
Entorno 4.0
Educación 4.0
Investigación
Innovación
Summit 2018
Al momento
Contacto
Forma parte de este nuevo reto
Aula 4.0
Entorno 4.0
Innovación
Educación 4.0
Talento 4.0
ES
06:22 p.m.
05/04/2019

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los materiales desarrollados son novedosos, los alumnos los pueden emplear sin ningún problema, les resultan novedosos y atractivos, estos cubren los contenidos de cada unidad de aprendizaje, les resultan sumamente útiles y la parte de auto evaluación les permiten medir sus avances, el reto es seguir innovando desarrollar más materiales y que incorporen nuevas actividades.

Al momento se cuentan con los materiales de 18 unidades de aprendizaje, 10 más en un desarrollo del 90 %.

CONCLUSIONES

El poder aportar en el ámbito de la educación es fortalecer el desarrollo de México, realmente la Educación debe ser la piedra angular que permita la transformación que anhelamos y queremos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente y reconocemos a ORP y a la fundación de la Universidad Politécnica de Cataluña por el apoyo e interés en la organización del presente congreso el cual sin duda alguna tendrá el éxito acostumbrado en la prevención del riesgo laboral, así como al Dr. Mario Alberto Rodríguez Casas, Director General del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo para la participación en este tipo de eventos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anda, G. C. (2006). 70 Aniversario Instituto Politécnico Nacional. Pág. 135 – 141. ED. Dirección de Publicaciones IPN.

Guía de acciones de emergencia para sustancias peligrosas (1988), Asociación Mexicana de Jefes de Bomberos, 2ª. Ed., Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C., México.

Ayala-Carcedo, F. J. y Cantos O. J. (2008), Riesgos naturales, Colección Ariel Ciencias, Ed. Ariel, España.

Bates, F. (1982), Recovery, change and development: a longitudinal study of the Guatemalan earthquake, University of Georgia, Department of Sociology, Georgia.

Frank E. B. y Germain G. L. (1985) Líderazgo práctico en el control de perdidas, Internacional Loss Control Institute, Georgia.USA.

Ley General de Protección Civil Artículo 21 Federal de México, (2018), México, Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_190118.pdf

Hernández Sampieri, R.; Fernández C. C. y Baptista L. M. (2014). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.

RADIACIONES IONIZANTES Y NO IONIZANTES RELACIONADAS CON LA APARICIÓN DE ENFERMEDADES POR EXPOSICIÓN LABORAL EN PERSONAL DE LA SALUD, UNA REVISION SISTEMATICA, AÑO 2004-2017.

RESUMEN / ABSTRACT

Las células expuestas a las radiaciones realizan auto reparación haciendo una adaptación y posteriormente presentan alteraciones citogenéticas. Objetivo: describir la asociación entre las radiaciones ionizantes y no ionizantes con la aparición de enfermedades en personal de la salud a la luz de la literatura, 2004–2017. Materiales y Métodos: una revisión sistemática siguiendo la declaración PRISMA en bases de datos como Pubmed, Science Direct, Proquest, Scielo y Scopus fue realizada; 22 estudios incluidos, se identificaron estudios de corte transversal y cohorte. Resultados: daño cromosómico en linfocitos periféricos aumenta con la exposición ocupacional a dosis bajas de radiación ionizante (Italia); afección de la movilidad y disminución del esperma, además de anomalías y desnaturalización del ADN (India); los grupos de radiografía convencional, intervencionista y TAC muestran un aumento de superóxido y niveles plasmáticos de malondialdehído; además de cataratas (EEUU); alto riesgo de cáncer de tiroides, esófago, hígado, vesícula biliar, estómago, colorectal, Linfoma no hodking en tecnólogos radiólogos (Corea del sur); sin embargo, los operadores de radio, radioisótopos y terapia de cáncer presentan efectos a corto plazo en la función tiroidea, pulmonar, plaquetas y linfocitos (China); la exposición aumenta el riesgo de presentar abortos espontáneos (Croacia). Conclusiones: hallazgos heterogéneos en cuanto al tipo de estudios, país y centros hospitalarios/instituciones de salud fueron encontrados; se sugiere la realización de nuevos estudios con enfoques en personal de la salud en especial expuestos a radiación ionizante y no ionizante durante periodos de tiempo mayores.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

efectos en la salud de la exposición a radiaciones ionizantes y no
fecetos en la salud de los trabajadores de la salud
cancer en radiologos

AUTORES / AUTHORS

AANH EDUARDO DIMATE GARCIA
Fundación Universitaria del Area Andina
aedg29@hotmail.com
DIANA CAROLINA RODRIGUEZ ROMERO
FUNDACION UNIVERSITARIA DEL AREA ANDINA
dcrodriguezro@hotmail.com
YUDI YANETH BELTRAN FRANCO
HOSPITAL UNIVERSITARIO MEDERI
JONATHAN EDUARDO PEREZ MARTIN
HOSPITAL UNIVERSITARIO MEDERI

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tecnología ha sido una base fundamental para el desarrollo de la humanidad haciéndose en ciertos aspectos dependientes uno del otro, la medicina de la mano del ser humano ha venido presentando avances en relación al diagnóstico médico precoz, haciendo uso de diversos tipos de imágenes diagnosticas para tal fin; generando estas, radiaciones ionizantes y no ionizantes las cuales son inevitables para el ser humano puesto que están presentes en el universo desde sus orígenes; es de anotar que las especies de este planeta han evolucionado en presencia de las radiaciones y ayudan a los seres humanos a aumentar los índices de bienestar social usándose en la industria, energía, agricultura (Mendez & Maldonado, 2014); es imperante aclarar, que además, existe otro tipo de radiación como las radiaciones no ionizantes, la forma más conocida es la energía electromagnética de la luz del sol; la frecuencia de esta (luz visible) es la línea divisoria entre la radiación ionizante (rayos x, rayos cósmicos) y la radiación no ionizante (radiación infrarroja, radiofrecuencia y teléfonos móviles entre otros) (Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2001, pág. 49.4); es de aclarar que al exponerse en un campo electromagnético se entra en contacto con las radiaciones no ionizantes, esta energía es la combinación de ondas eléctricas (E) y magnéticas (H) que se desplazan simultáneamente, se propagan a la velocidad de la luz y están caracterizados por una frecuencia y una longitud de onda, sin embargo, la radiación de frecuencias extremadamente bajas puede producir cambios eléctricos en la membrana de todas las células del cuerpo, alterando los flujos celulares de algunos iones, sobre todo el calcio, lo que podría tener efectos biológicos importantes (Chávez & Ballesteros, 2001).

El uso de la radiación en medicina constituye un aspecto destacado para el beneficio de la humanidad, sin embargo, estas a su vez causan daños a personas expuestas ocupacionalmente o a terceros; según Sánchez (2008) citado por Zanzzi (2014) refiere que la radiación interactúa con los átomos de la materia viva provocando en ellos el fenómeno de ionización dando lugar a cambios importantes en células, tejidos y órganos, empero la utilización de la radiación es inevitable en el sector salud, puesto que se utiliza en radiología (Andisco, Blanco, & Buzzi, 2014), tomografías (Andisco, Blanco, & Buzzi, 2014), procedimientos invasivos por las especialidades de radiología intervencionista (Vaño, Fernandez, Sanchez, & Ten Moron, 2013), cardiología (Duran, 2014), electrofisiología (Barquero, Rubio Sanz, & Rescalvo, 2012), urología (Astroza, De la Llera, & Salvado , 2014), entre otras especialidades siendo una manera de exposición a este tipo de radiación, la cual se da directamente por el paciente y personal de la salud generando efectos determinísticos o estocásticos que a su vez pueden presentar aberraciones cromosómicas en relación al tiempo de exposición y la sensibilidad individual; cabe destacar, que el ser humano constantemente presenta cambio en sus células haciendo adaptación de las mismas a dicha exposición, generando anomalías según antecedentes familiares y hábitos de vida; sin embargo, con el pasar del tiempo las células realizan auto reparación haciendo una adaptación a las fuentes de exposición y posteriormente presentando alteraciones citogenéticas (Pulido, Pardo, Suárez, & Soto, 2004).

Es de gran importancia la medición de las radiaciones ionizantes como método de prevención del personal expuesto, por lo cual éstas se pueden medir en unidades tradicionales como son el Röntgen, el Rad, el REM (Puig, 2011) y las unidades del sistema internacional (SI) que son las más utilizadas como Gray (Gy) unidad de dosis absorbida y el Sievert (Sv) unidad de dosis equivalente (Arias, 2006); los límites de dosis para el personal profesionalmente expuesto durante 12 meses seguidos son de 50 mSv (dosis efectiva al cuerpo entero) y para miembros del público el límite de dosis efectiva se establece en 1 mSv por año (Mendez & Maldonado, 2014); por dosis absorbida de radiación se entiende como la energía absorbida por unidad de masa en un determinado punto, esta cantidad se expresa en unidades de energía por unidades de masa, es decir en julios por kilogramo, que toma el nombre especial de gray (Gy); [1 Gy = 1000 miligray (mGy)] (IAEA, 2013). Por lo tanto, en los efectos de la protección radiológica, la dosis absorbida se pondera para tener en cuenta la eficacia de los diferentes tipos de radiación y la radiosensibilidad de varios órganos y tejidos; la cantidad resultante se denomina dosis efectiva, y su unidad es el sievert (Sv) [1 Sv=1000 milisievert (mSv)]; para los fotones en el rango de energías intermedias, 1 mGy es aproximadamente igual a 1 mSv (Gonzalez, 1994).

En relación a lo anterior, los efectos sobre algunos tejidos y órganos según dosis efectiva pueden ser alopecia con una dosis media absorbida de 5 (Gy), esterilidad permanente en testículo >4 (Gy) y esterilidad permanente en ovario >3 (Gy), cataratas >2 (Gy) y decrecimiento plaquetario en medula ósea 0,25 (Gy) (Andisco, Blanco, & Buzzi, 2014). La radiación puede afectar el funcionamiento de órganos y tejidos, y producir efectos agudos tales como enrojecimiento de la piel, caída del cabello, quemaduras por radiación o síndrome de irradiación aguda; estos efectos son más intensos con dosis más altas y mayores tasas de dosis; por ejemplo, la dosis liminar para el síndrome de irradiación aguda es de aproximadamente 1 Sv (1000 mSv) (OMS, 2006).

Los estudios epidemiológicos realizados en poblaciones expuestas a la radiación, como los supervivientes de la bomba atómica o los pacientes sometidos a radioterapia, han mostrado un aumento significativo del riesgo de cáncer con dosis superiores a 100 mSv; otros estudios epidemiológicos más recientes efectuados en pacientes expuestos por motivos médicos durante la infancia (TC pediátrica) indican que el riesgo de cáncer puede aumentar incluso con dosis más bajas (entre 50 y 100 mSv); además, la radiación ionizante puede producir daños cerebrales en el feto tras la exposición prenatal aguda a dosis superiores a 100 mSv entre las 8 y las 15 semanas de gestación y a 200 mSv entre las semanas 16 y 25 (OMS, 2016); si se sobrepasa el umbral práctico, el daño debido a las radiaciones ionizantes durante el embarazo que resulta en muerte celular, puede causar un amplio rango de efectos, incluyendo letalidad, anormalidades en el sistema nervioso central, disminución del coeficiente de inteligencia, cataratas, retraso en el crecimiento, malformaciones, retraso mental severo, microcefalia e incluso desórdenes de conducta (Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), 2008)

Según cifras de la comisión científica de las naciones unidas sobre los efectos de la radiación atómica (UNSCEAR) citado por Duran (2014) refiere que las tomografías computarizadas constituyen al 5% de todos los exámenes radiológicos, pero aportan el 35% de la dosis colectiva recibida, mientras que los procedimiento de intervención coronaria percutánea representan el 1%, pero conllevan al 10% de la dosis recibida, este tipo de exposición a radiación ionizante que es acumulativa a lo largo de la vida se asocia a riesgos como neoplasia en diferentes órganos; según Mendez & Maldonado (2014) existe un riesgo aumentado de padecer riesgos hematopoyéticos como la leucemia en relación con un tiempo de exposición mayor a 10 años y con dosis promedio menor a 10 milisievert (mSv); cabe resaltar que la UNSCEAR presenta estimaciones epidemiológicas cuantitativas sobre riesgo de muerte durante toda la vida, siendo 1,1% tras una exposición de 1000 mSv para la leucemia y 10,9% par a los tumores sólidos (12% en total), además concluye que una dosis baja de radiación corresponde a una dosis total inferior a 200 mSv y a tasas de dosis por debajo de 0,1 mSv por minuto (lo que en realidad es una tasa de dosis muy alta, de unos 5000 mSv por año) (Organismos Internacional de Energia Atomica(OIEA), 1994)

El informe de BEIR VII, predice que, de 100 personas expuestas a lo largo de su vida a 100 mSv, una desarrollaría un cáncer por la radiación ionizante, frente a 42 que desarrollarían un tumor sólido o una leucemia por causas no relacionadas con la exposición a radiación ionizante; por otro lado la UNSCEAR (2000) estima que el riesgo de leucemia a lo largo de la vida tras recibir una dosis única de 1 Sv es del 1% y, tras una dosis de 100 mSv, de 0,05% (se reduce en veinte veces cuando la dosis se ha reducido en diez), para otros tipos de cáncer, refiere un riesgo de muerte por cáncer a lo largo de la vida de una persona que ha recibido una dosis instantánea de 1 Sv, de un 9% para varones y un 13% para mujeres, con unos amplios márgenes de incertidumbre (Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA), 2009, pág. 53).

La Radiación Electromagnética (RE) puede intervenir en la aparición de enfermedades bajo su etiopatogenia, estas fueron clasificadas de acuerdo al estudio realizado en el Programa de Campos Electromagnéticos de California, donde calificaron la información existente de acuerdo al grado de confianza de los análisis estadísticos de los trabajos publicados, y establecieron un criterio para definir si existía una relación causa-efecto para cada patología, y la probabilidad de la ocurrencia de esa relación causa-efecto, se encuentra la (RE) como factor etiológico posible (10 a 50% de probabilidades de existencia de relación causa-efecto) las enfermedades de Alzheimer, cáncer de mama masculino, cáncer cerebral en niños, problemas cardíacos, incluyendo infarto del miocardio, Suicidio y para (RE) como factor etiológico probable (más de 50% de probabilidades de existencia de relación causa-efecto) enfermedades como la leucemia en niños, cáncer cerebral en adultos, aborto espontáneo, esclerosis lateral amiotrófica (enfermedad de Lou Gehring) (Tchernitchin & Riveros, 2004, pág. 226).

Los riesgos de irradiación a que están sometidos los individuos se reducen aplicando las siguientes medidas generales de protección; (aumentando) la distancia entre el operador y la fuente de radiaciones ionizantes, la exposición disminuye en la misma proporción en que aumenta el cuadrado de la distancia; en muchos casos bastará con alejarse suficientemente de la fuente de radiación para que las condiciones de trabajo sean aceptables; otra medida es disminuyendo el (tiempo) de exposición todo lo posible, se reducirán las dosis. Es importante que las personas que vayan a realizar operaciones con fuentes de radiación estén capacitadas, con objeto de invertir el menor tiempo posible y por último el (blindaje) o barreras de protección en los casos en que los dos factores anteriores no sean suficientes, será necesario interponer un espesor de material absorbente, entre la persona y la fuente de radiación; cabe destacar que esto varía de acuerdo a la energía o tipo de radiación a la que se está expuesto y será conveniente utilizar distintos materiales y espesores de blindaje (CSN, 2008, pág. 12)

A raíz de la información recolectada basada en evidencia científica se formuló la siguiente pregunta usando la metodología PICO (Participantes del interés, la intervención, el control y el resultado primario de interés) (Costa Santos, Mattos Pimenta, & Cuce Nobre, 2007): ¿Cuál es la información disponible en base de datos sobre las radiaciones ionizantes y no ionizantes relacionada con la aparición de enfermedades por exposición laboral en personal de la salud, en el periodo 2004-2017?. Para resolver dicha incógnita, se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo la declaración “PRISMA” (Hutton , Lopez, & Moher, 2016)

METODOLOGÍA

Estrategia de Búsqueda

Se realizó una revisión sistemática de la literatura (Cardona, Higuita, & Rios, 2016) dirigida por las preguntas PICO utilizada para identificar artículos sobre asociación entre las radiaciones ionizantes y no ionizantes con la aparición de enfermedades en personal de la salud del año 2004 al 2017. A partir de esta pregunta se realizó una búsqueda de información (Manterola, Astudillo, Arias , & Claros, 2011) en bases de datos como Pubmed, Science Direct, Proquest, Scielo y Scopus con la combinación de los siguientes términos MeSH de búsqueda “Effects”and "non ionizing radiation” OR “ionizing radiation” AND “Workers” OR “Manpower” “In Health”; también se realizaron búsqueda con términos Decs y términos del lenguaje libre (Tabla 1). La búsqueda se limitó a estudios publicados en los últimos 14 años iniciando desde enero 2004 a diciembre 2017, a fin de recolectar evidencia científica reciente acerca de aparición de enfermedades en personal de salud por exposición laboral a radiaciones ionizantes y no ionizantes. La búsqueda se realizó con la restricción del lenguaje en texto completo en inglés y español, y el alcance fue ampliado según las listas de referencias de los artículos recuperados; los artículos originales fueron revisados y analizados por dos revisores independientes (YYBF) (JEPM). Si el texto completo de un artículo no tenía acceso libre se procedió a contactar el primer autor por correo electrónico (e-mail) solicitando una copia de su trabajo, logrando rescatar 22 estudios.

Selección de estudios

Los estudios relacionados entre las radiaciones ionizantes y no ionizantes y la aparición de enfermedades en personal de la salud del año 2004 al 2017 se incluyeron si cumplían con las siguientes condiciones: 1) cualquier estudio que describa la asociación entre radiación ionizantes o no ionizantes y la aparición de enfermedades en personal de la salud con exposición laboral; 2) tipo de publicación: especializada en clínicas médicas, enfermería, ciencias medioambientales, salud pública, odontología, medicina y seguridad en el trabajo, toxicología y genética, oncología; 3) población estudio: personal de la salud que labore en diferentes áreas o servicios; 4) Área geográfica: Mundial; 5) Artículos de revistas indexadas de las bases de datos seleccionadas; y 6) artículos publicados en los cuales se evidencio el inicio de enfermedades por exposición laboral a radiaciones ionizantes y no ionizantes. Por tanto, el objetivo principal de este estudio fue identificar la información disponible en bases de datos sobre aparición de enfermedades por exposición laboral a radiaciones ionizantes y no ionizantes es personal de la salud entre los periodos 2004 – 2017.

El evento de interés del presente estudio fue realizar una revisión sistemática de información disponible acerca de radiaciones ionizantes y no ionizantes asociadas con la aparición de enfermedades por exposición laboral en trabajadores de la salud; particularmente todos los estudios seleccionados debían contener como principal resultado la asociación antes mencionada.

Tabla 1: registro de revisión de datos

Nombre de la base de datos	Scopus	Science Direct	Scielo	Pubmed	Proquest
Años de consultados:	2004 – 2017				
Términos de búsqueda en todas las bases RESULTADOS Idioma (s)	**Termino en leguaje libre:** Radiaciones ionizantes y no ionizantes en trabajadores de la salud, Radiaciones ionizantes en trabajadores de la salud, Radiaciones no ionizantes en trabajadores de la salud, Efectos de las Radiaciones ionizantes en trabajadores de la salud, Efectos de las Radiaciones no ionizantes en trabajadores de la salud. Efectos de las Radiaciones ionizantes y no ionizantes en trabajadores de la salud. **Termino MeSH:** Non-ionizing radiation in health workers, ionizing radiation in health workers, ionizing and non-ionizing radiation in health workers, effects of non-ionizing radiation on health workers, effects of ionizing radiation on health workers, effects of ionizing and non-ionizing radiation in health workers. **Termino DeCS:** Radiaciones ionizantes y no ionizantes en trabajadores de la salud, Radiaciones ionizantes en trabajadores de la salud, Radiaciones no ionizantes en trabajadores de la salud, Efectos de las Radiaciones ionizantes en trabajadores de la salud, Efectos de las Radiaciones no ionizantes en trabajadores de la salud, Efectos de las Radiaciones ionizantes y no ionizantes en trabajadores de la salud				
Cualquier campo	255	2882	15	345	3199
Materia (Major Topic)	21	167	12	289	2856
Titulo	21	167	12	289	2856
Seleccionados	9	4	0	2	7

Fuente: Elaboración propia

Extracción de datos

Se extrajeron los siguientes datos de cada artículo: autor, año de publicación, país, revista, factor de impacto e indicadores de desempeño, el diseño de estudio, institución, instrumentos utilizados, análisis estadístico. Los datos fueron registrados en dos bases de datos por dos revisores (YYBF) y (JEPM) de forma independiente y cualquier discrepancia entre estos dos investigadores se dio solución mediante discusión con un tercer y cuarto revisor (AEDG) (DCRR) (expertos en la materia), quienes también extrajeron los datos y participaron en la discusión, tomando la decisión final.

Análisis de los datos

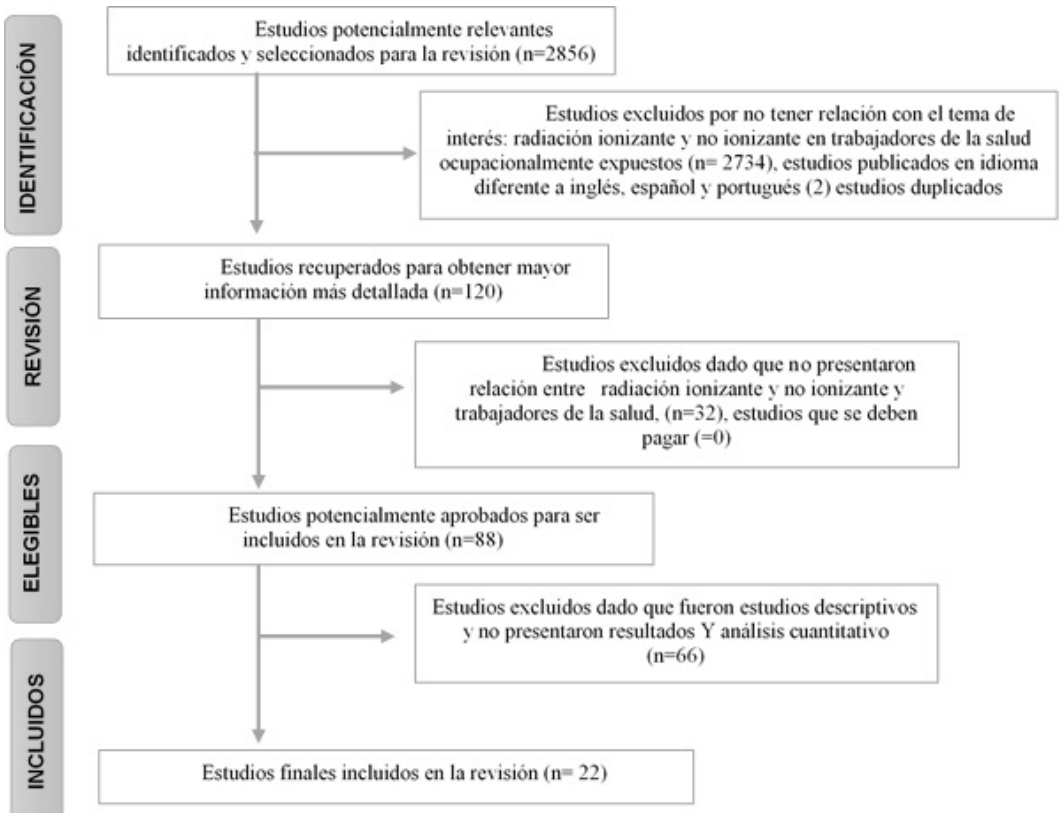
En la fase de análisis de datos de realizo: 1) Análisis bibliométrico con el propósito de brindar un panorama general y un conteo según el lugar de publicación, idioma y tipo de revista; 2) Identificar las principales variables sociodemográficas y áreas de trabajo relacionadas con la exposición a radiaciones ionizantes y no ionizantes y la aparición de alteraciones en salud en trabajadores de la salud 3) Analizar la asociación entre radiaciones ionizantes y no ionizantes y la aparición de enfermedades en personal de la salud. Los estudios que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión son en su mayoría transversal (poblacional) (n=8; 36%), seguido de corte transversal (muestra) (n=4; 18%), cohorte retrospectiva (n=4; 18%), cohorte prospectiva (n=4; 18%) y de cohorte (n=2; 9%).

RESULTADOS

RESULTADOS:

En la búsqueda de los estudios elegibles se introducen las palabras claves mencionadas en Scopus, Science Direct, Scielo, Pubmed y Proquest, se tuvieron un total de 3199 estudios. Al aplicar los filtros de idioma y año de publicación, se obtuvieron 2856 estudios relacionados con la materia para ser evaluados; de estos, 120 estudios cumplieron con los criterios especificados en la sección de metodología tras ser evaluados de texto completo; 32 artículos no presentaron relación entre los temas de interés; 66 no se incluyeron puesto que fueron estudios descriptivos y no presentaron resultados y análisis cuantitativo; finalmente se lograron obtener 22 artículos para la revisión del presente estudio (Diagrama 1).

Diagrama 1. Diagrama de flujo del estudio- proceso de selección de los estudios



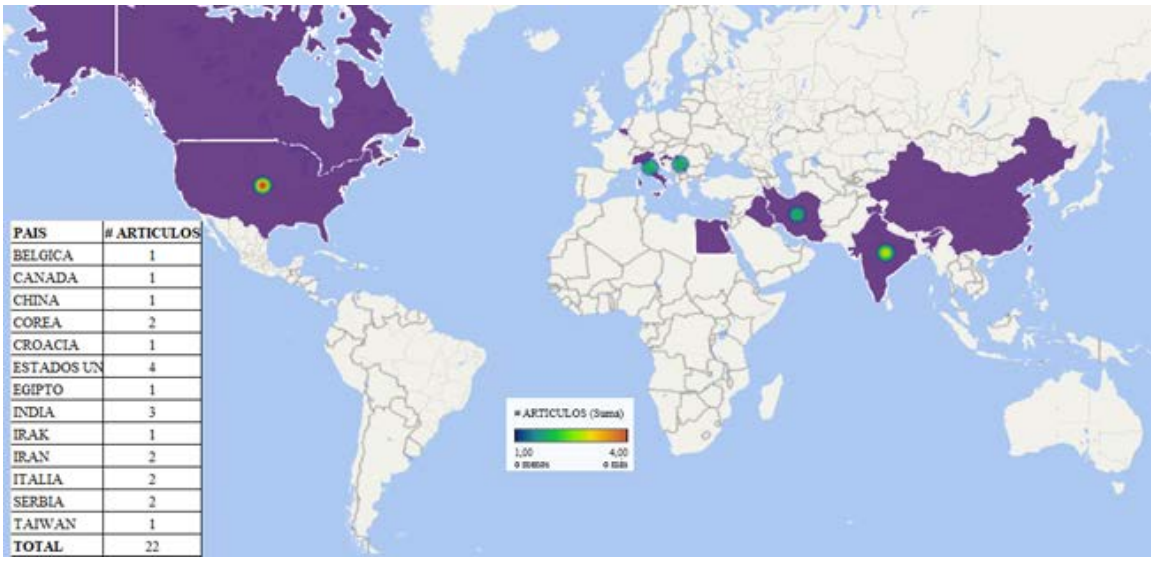
Fuente: Elaboración propia

Análisis bibliométrico

Se agruparon los resultados en 6 características de acuerdo a representatitvidad según categorías de los estudios; 1. genética (n=10),2. Hematología (n=4) ,3. Esperma (=2) , 4. cáncer (n=2),5. dosis (n=3), 6. otros (n=1). De los artículos encontrados el 18 % corresponden al año 2016 (n=4); el 14 % para el año 2015 (n=3); para el año 2014 y 2013 (n=4) con un 18 %, en el año 2010 y 2007 (n=2) con un 9 % y para el año 2009, 2008 y 2004 (n=1) para un 4% (tabla 2). El rango de autores por publicación es de dos a quince, con un promedio de 7,2 autores por publicación; se identificaron 86 autores de género masculino y 67 de femenino lo que implica que aproximadamente por cada 100 hombres hay 78 mujeres que publicaron sobre la temática estudiada.

Según el lugar de publicación se identificaron 4 autores en EE.UU, 3 en India, 2 en Corea, Irán, Italia y Serbia, 1 autor en Bélgica, Canadá, China, Croacia, Egipto, Irak y Taiwán, quienes estaban adscritos a 89 instituciones y universidades lo que refleja el trabajo interinstitucional (tabla 2). Cuatro trabajos cuentan con colaboración internacional: Vellingiri (2014) India y Corea; Bekiroglu (2008) establecida entre EE.UU y Turquía; Fucic (2007) entre Croacia y EE.UU, y Ming lin (2010) China y Taiwan. Todos los artículos cuentan con coautoría. En lo relacionado al idioma de publicación, todos los artículos están publicados en idioma ingles (n=22, 100 %); 5 artículos fueron publicados en su idioma oficial (EE. UU 4, Canadá 1). No se encontraron estudios en portugués (completos) Figura 1.

Figura 1 Número de estudios revisados por país



Fuente: Elaboración propia

Factor de impacto

La publicación de los artículos por tipo de publicación es diversa. En salud ambiental se identificaron 11 publicaciones,6 en medicina, 1 en física biomédica,1 en radiología, 1 para toxicología, 1 en epidemiologia y 1 publicación para trauma y ortopedia; según la clasificación del factor de impacto Scimago Journal & Country Rank, se identificaron ocho revistas en Q1(Environmental research, Ecotoxicology and environmental safety, Journal of Pioneering Medical Sciences, American Journal of Epidemiology, Special issue about trauma plos one, Mutation research / Molecular and fundamental mechanisms of mutagénesis, International Archives of Occupational and Environmental Health, International Archives of Occupational and Environmental Health) , siete en Q2 (International Journal of Occupational Medicine and Health, International Archives of Occupational and Environmental Health, International journal of environmental research and public health, Systems of Environment and Decisions, Journal of the Chinese Medical Association, Journal of Work Medicine and Toxicology, Communications in free radical research) , tres en Q3 (Reports of Molecular Medicine, Mutation research genetic toxicology and environmental mutagenesis, International Journal of Occupational Medicine and Health), una en Q4 (Engineering journal of biomedical physics) , tres revistas no contaron con factor de impacto

Indicadores de desempeño

se identificó que el trabajo de Chodich et al (2008) tiene 257 citas identificadas en ISSI, seguido por Maffei et al (2004) con 75 citas, Zielinski at al 2009 con 44 citas, Saberi et al (20013) y Fucic et al (2007) con 21 citas; Israel et al (2007) con 16 citas; Kiung Hwa Choi at al (2013) con 15 citas; Vral et al (2015) con 12 citas; Kumar et al (2013) y Bouraqui et al (2013) con 11 citas; Chih ming Lin et al (2009), Won Jin Lee et al (2014) y Mai Kang Yuan et al (2010) con 9 citas; Kumar et al (2014) con 7 citas; Pajic et al (2016) y Vellingiri et al (2014) con 6 citas; Mohamed et al (2014), Terzic et al (2015), Milie et al (2015) y Heidarheydari et al (2016) con 5 citas; Ahmad et al (2016) con 3 citas; y el Benhawy et al (2016) con dos citas.

Método y temas centrales de los estudios incluidos en la revisión

Los 22 estudios incluidos en la revisión variaron en términos abordados además de métodos y técnicas utilizadas, encuesta, sin embargo, todos usaron metodología cuantitativa y cualitativa. Las técnicas utilizadas en los estudios cuantitativos, diseño, muestra, población, y análisis de resultados se describen en la tabla 2; Cuatro estudios no describen el análisis estadístico. Con respecto a la metodología utilizada en los estudios fueron clasificados por grupos de instrumento utilizados: muestra de semen y cuestionario estandarizado (n =2), muestra de sangre (cuadro hemático) (n=5), cuestionarios estructurados y cuadro hemático (n=7), encuestas, entrevistas o bases de datos (n=4), dosímetros y cuestionarios (n=4)

Análisis de resultados

Resultados en grupo de genética:

Tras analizar los estudios se encontró que de los 22 artículos seleccionados el 45% están enfocados al tema de genética dividiéndose en el estudio de células analizadas, el daño cromosómico del ADN de los trabajadores de la salud, 31% son características generales de la población a estudio, 22% son predictores de micronúcleos, 18% frecuencias en aberraciones cromosómicas correlacionado al análisis metafases, 18% cambios citogenéticos para exposición ocupacional en trabajadores expuestos.

Resultados en grupo Hematología:

El 18% está enfocado en hematología, 13% es de duración, tiempo y frecuencia de la exposición laboral y distribución de los principales factores de riesgo, 4% habla sobre disfunción celular daño de la estructura molecular y funcionamiento de las células vivas.

Resultados en grupo de Esperma:

El 9% se enfoca en esperma (semen), 4% sobre asociación entre los antioxidantes del plasma seminal y la integridad de la cromatina del esperma en el trabajo con exposición a personal de la salud, 4% características generales de la población estudio, 4% Incidencia de aneuploidía espermática y las alteraciones de la calidad del semen humano

Resultados grupo de cáncer:

El 9% está enfocado en cáncer donde 4% habla de las características generales de la población, 4% habla sobre la exposición prolongada a dosis bajas y frecuencia de trabajo que modificaban el ADN y general el diagnóstico de radiación por profesión

Resultados grupo de dosis:

El 13% se enfoca en la dosis donde el 4% hace referencia a las características generales de la población, tiempo de vida efectivos y dosis de radiación, seguido de un 8% con evidencia sobre la exposición personal y condiciones médicas

Resultados de otros grupos asociados:

El 4% habla de (otros) del aborto espontáneo involuntario, las aberraciones cromosómicas acéntricas y disentéricas.

Tabla 2. Metodología utilizada en estudios seleccionados, 2004 – 2017

AUTOR	TIPO DE ESTUDIO	INSTRUMENTO	POBLACION FUENTE Y PAIS	MUESTRA	MUESTREO	ANALISIS ESTADISTICO
Vral et al (2015)	Transversal	Dosímetro personal de los trabajadores de la salud	Trabajadores de radiación médica y radiología intervencionista, Belgica Poblacional	10 técnicos medicina nuclear, 10 radiólogos intervencionistas	N/P.	Todos los valores de MN se presentan como la media por 1.000 células BN ± error estándar de la media. Los datos personales de dosimetría se presentan como la media (mSv) ± desviación estándar. El análisis estadístico de los datos se realizó con el software SPSS, versión 23.0 (IBM SPSS, Armonk, MY, EE. UU.). Las diferencias en los rendimientos de MN entre las dosis in vitro se analizaron mediante una prueba de rango con signo de Wilcoxon (análisis intragrupo). Para la diferencia en el rendimiento de MN entre dos o más grupos, se usaron la prueba de suma de rangos de Wilcoxon y la prueba de Kruskal Wallis, respectivamente. El acuerdo entre los ajustes de respuesta a la dosis y los datos experimentales se cuantificó mediante el coeficiente de regresión R2. Se consideró que P=0.05 indica una diferencia estadísticamente significativa.
Kumar et al (2014)	Estudio transversal.	Cuestionario	Trabajadores de la salud expuestos a radiación ionizante	83 expuestos ocupacionalmente, 51 controles	N/P	Los datos se han resumido utilizando media y error estándar (Mean 6 SEM) para variables continuas y porcentajes para variables cualitativas como el alcohol y el tabaquismo La comparación se ha realizado con la prueba 't' independiente para variables continuas y prueba de chi-cuadrado para variables categóricas. Los gráficos se trazaron usando SPSS 15.0
Israel & Vangelova &Ivanova (2007)	Estudio de corte trasversal	Dosímetros personales	Fisioterapeutas-Belgica	52 fisioterapeutas, 52 controles	N/P	Estadística descriptiva para colesterol (TC), colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL-C), colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL-C), triglicéridos y relación TC / HDL-C. La evaluación de la los índices de lípidos se realizaron con pruebas enzimáticas. El HDL fue separado por la precipitación de LDL y muy baja densidad la lipoproteína y el colesterol se analizaron en HDL fracción. El LDL-C se calculó usando la fórmula de Friedewald para triglicéridos <4.3 mmol / l. La relación TC / HDL-C también se calculó
Milić et al (2015)	Cohorte retrospectivo	Dosímetro de radiación	Trabajadores expuestos crónicamente a bajas dosis de radiación ionizante; Italia	77 médicos expuestos ocupacionalmente y 70 controles	N/AL	La prueba de suma de rangos de Wilcoxon se utilizó para probar la diferencia en la frecuencia MNi, NB y NPB entre los trabajadores expuestos y los controles. La asociación entre la frecuencia MNi, NB y NPB y los diversos genotipos se probó mediante la prueba de Kruskal-Wallis. La distribución de los genotipos se probó para el equilibrio de Hardy-Weinberg (HW) utilizando la herramienta de prueba HW en línea ofrecida por el Instituto de Genética Humana, Universidad Técnica de Munich, Alemania. Se aplicó el análisis de regresión lineal para evaluar la correlación entre años de exposición IR y MNi, NB y NPB en los trabajadores expuestos. El análisis de regresión de Poisson se aplicó para evaluar la influencia de la edad, el sexo, el tabaquismo y la tarea laboral en MNi, NPB y NB en la población general y en ambos grupos por separado. El nivel de significancia se estableció en P <0.05
Ahmad at al (2016)	Estudio de corte transversal	Análisis laboratorio (muestra sangre)	Trabajadores Tecnólogos radiólogos expuestos ocupacionalmente Nebrasca, Población	3 hombres, 17 mujeres (divididos en tres subgrupos: radiografía convencional (CR), tomografía	N/A	Todos los datos se expresan como la media ± SEM. Las diferencias entre tres o más medias se determinaron utilizando el análisis de varianza de una vía (ANOVA) con las pruebas post hoc de Bonferroni. Las correlaciones entre variables se calcularon mediante la prueba de correlación de Pearson. Todos los análisis estadísticos se consideraron significativos a p <0,05

MAE: Muestreo aleatorio simple. N/A: No aplica. N/P: No probabilístico E: Estratificado. C Y C: Casos y controles. N/AL: No aleatorio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Estadísticos empleados en estudios seleccionados, 2004 – 2017

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

DISCUSION

Resultados en grupo de genética:

En lo referente a género, Sana Bouraoui, y otros (2016) encontraron que ser hombre o mujer versus daño cromosómico de los trabajadores expuestos y no expuestos del hospital (RI) mediante biomarcadores no existe diferencia significativa P= 0,83; en contraposición a lo encontrado por Sanja Terzic, y otros (2015) en donde el ser hombre versus predictores de micronúcleos ocurrencia (MN) y la frecuencia en los linfocitos de sangre periférica de trabajadores de la salud profesionalmente expuestos a la radiación presenta diferencias significativas χ2= 16.044, P= 0,001; los Biomarcadores para evaluar el daño cromosómico de los trabajadores expuestos del hospital (RI) en relación al género según Sana Bouraoui et al (2016) se encontro P e-value de MN=0,329, C+MN=0,188, C-MN=0,690, C1+MN=0,112 y CX+MN= 0,977, sin diferencias significativas; Sanaa A. El-Benhawy et al (2015) refieren que el género no presenta diferencia significativa en relación al % de Brechas Cromosómicas P=0,265; % Rupturas Cromosómicas P=0,151; % Fragmentos Acéntricos P=0,62; % Dicéntricos P=0,167; 8-OHdG concentración P=0,868; según Mei-Kang Yuan et al (2009) el desarrollo de los efectos de la radiación ionizante en dosis bajas para cardiólogos expuestos a radiación dispersas mediante cateterismo cardiaco se relaciona con la aparición de infecciones respiratorias agudas versus genero con una P=<0,001 para personal entre 35 – 50 años y P=0,001 entre 51 a 65 años; estos hallazgos se dan mediante la relación entre el promedio de visitas de médicos de 35-50 años - 51 a 65 años y el desempeño de la cateterización cardíaca.

Sana Bouraoui, y otros (2016) refiere que el Fumar y estar expuesto o no expuesto versus la evaluación al daño cromosómico de los trabajadores expuestos del hospital (RI) mediante biomarcadores, no presenta diferencia significativa con una P= 0.510; en contraposición a lo referido por Sanja Terzic, y otros (2015), quienes encontraron que fumar vs predictores de micronúcleos ocurrencia (MN) y la frecuencia en los linfocitos de sangre periférica de trabajadores de la salud profesionalmente expuestos a la radiación presentan diferencias para grupo expuesto con χ2=7407, P=0,006 y para grupo control χ2=7111, P=0,008; Sana Bouraoui et al (2016) relaciona el tabaquismo versus aberraciones cromosómicas con significancia para él % Brechas Cromosómicas con P=0,007 únicamente, ya que % Rupturas Cromosómicas P=0,098,% Fragmentos Acéntricos P=0,151, % Dicéntricos P=0,118 y % 8-OHdG concentración P=0,374; lo antes descrito, se puede relacionar con lo encontrado por Francesca Maffei et al (2004) con el daño cromosómico en linfocitos periféricos de los grupos de exposición vs fumar, encontrando células aberrantes Incidencia de Riesgo Relativo (IRR)=1.609, (1.129-2.293), P=0.008; ruptura cromática, IRR=1.537, (0.947- 2.494), P=0.082; rotura cromosómica IRR=1.79 (1.053-3.047), P=0.031; además el fumar versus la frecuencia de células aberrantes y espectro de aberraciones cromosómicas en linfocitos de trabajadores expuestos y controles, presento roturas cromátidas para trabajadores expuestos que nunca fumaron P=0,025 y células aberrantes en trabajadores expuestos que fuman concurrentemente P=0,023 además de roturas cromosómicas P=0,006; cabe destacar que el tamaño de la muestra es poblacional siendo un estudio de cohorte prospectivo, los daños no se deben al ser fumador sino al parecer por la exposición.

Resultados en grupo Hematología:

En lo referente a género (ser hombre) Chih-ming lin et al (2009) y exposición ocupacional en un entorno hospitalario en diferentes grupos como los operadores Radio Dx (n=21 hombres; n=25 mujeres), Operadores Radioisótopos (n=25 hombres; n=16 mujeres) y trabajadores departamento de terapia cáncer (n=47 hombres; n=19 mujeres) vs los efectos a corto plazo en la salud como la función tiroidea, pulmonar, plaquetas y linfocitos, presentaron diferencias significativas (P=<0,05); no obstante, se identificó que la edad no presentó significancia estadística en relación a los grupos de <30 ,40 – 44, >45 años (P=>0,05); en la presente revisión no es posible realizar cotejo entre los resultados encontrados por los autores, puesto que ningún otro estudio expone resultados en relación a genero vs efectos a corto plazo en la salud por exposición ocupacional a radiación ionizante.

Resultados en grupo de Esperma: Dayanidhi Kumar et al (2014) refiere que la asociación entre los antioxidantes del plasma seminal y la integridad de la cromatina del esperma vs exposición a RI del personal de la salud puede estar sujeto a los parámetros estudiados como lo son; a) consumo de alcohol en personal expuesto a (RI) muestran una capacidad antioxidante total =3.99, *S*=0.13 y personal expuesto que no consume alcohol con capacidad antioxidante total =4.284; *S*=0.21 y P=0,03; b) habito fumar en personal expuesto con una capacitad antioxidante total =3.73 *S*= 0.18 y =4.22 *S*=0,13 para personal que no fuma, no se evidencia diferencias significativas entre el parámetro de hábito de fumar c) dieta: estricta vegetariana para personal expuesto exponen resultados malondialdehido con =1830.21 *S*=241.57 y P=0,02 y personal expuesto que no tiene dieta vegetariana =2080.3 *S*=97.09; d) Exposición a radiación n=83 y no expuestos=51,muestran resultados de una capacidad antioxidante total =3,388; *S*=0,14 y P=0,0001 para personal no expuesto y =4,49; *S=0.13* para personal expuesto a RI; además de un αT value mostrando desnaturalización del ADN =0,2843; *S*=0,0015 y P=0,005 para personal expuesto a RI; en lo referente a las características del semen en los trabajadores de la salud expuestos a radiaciones ionizantes expuesto por Dayanidhi Kumar et al (2013) encontraron significancias estadísticas para expuestos y no expuestos en lo referente a características de movilidad del esperma , especialmente movilidad total grado a+b+c P=<0,001 y rápido progresivo en grado c P=<0,01, en el grupo expuesto los espermatozoides morfológicamente normales presentan una disminución significativa P= 0,0001; los defectos del espermatozoide presenta una anomalía en la cabeza específicamente P= 0,001 para el grupo expuesto; las vacuolas del esperma en el grupo expuesto presentan P=<0,001; en lo referente al % de viabilidad de los espermatozoides del grupo expuesto se puede ver comprometida P=<0,05; no es posible realizar un cotejo entre los dos estudios debido a que no presentan variables que se puedan comparar de manera directa.

Resultados grupo de cáncer:

En lo concerniente a cáncer vs genero según Won Jin Lee et al (2014) los efectos de la exposición prolongada a dosis bajas de radiación entre los tecnólogos radiológico puede generar cáncer de tiroides en hombres con un índice de incidencia estandarizado SIR=2.16, (1.29–3.35) y para mujeres SIR=2.08, (1.32–3.12), cáncer de estómago en hombres SIR=0.69, (0.37–1.18) y para mujeres sin resultados, cáncer colorrectal en hombres con SIR=0.65 (0.26–1.34) y mujeres sin resultados, con un cáncer total en hombres de SIR=0.75, (0.58–0.96) y SIR=1.19, (0.82–1.68) para mujeres; además con resultados para Linfoma no hodking SIR=1.52, (0.49–3.51) para hombres y mujeres sin resultados; sin embargo, Kyung-Hwa Choi et al (2013) muestran resultados (SIR) por género en trabajadores de radiación de diagnóstico, Corea, 1999-2002 con resultados de cáncer de estómago en hombres SIR=0,29 (0,16 - 0,41) y mujeres SIR=0,14 (- 0,14 - 0,43), cáncer de colon y recto en hombres SIR=0,52 (0,27 - 0,78) y mujeres SIR=0,68 (-0,26 - 1,62), cáncer de tiroides en mujeres con SIR=0,97 (0,34 - 1,61) y SIR =1,45 (0,34 - 1,61) en hombres y un cáncer total en hombres de SIR=0,37 (0,30 - 0,44) y para mujeres SIR=0,56 (0,37- 0,76);al igual que el estudio anterior se presentan resultados para Linfoma no hodking en hombres SIR=0,24 (- 0,09 - 0,57) y género femenino sin resultados; en el presente estudio no es posible realizar una comparación debido a que no hay resultados con relación a la experiencia dosis anual mayor a 5 MSV o Promedio anual dosis efectiva.

Resultados grupo de dosis: Iman M. Ahmad et al (2016) refiere que las especies de oxígeno reactivo (ROS), incluido el superóxido (O2 • -), desempeñan un papel importante en los efectos biológicos de la radiación ionizante, por lo cual establecieron características demográficas como edad, sexo, consumo de alcohol, hábito de fumar, suplementos dietéticos, dosis media, años de exposición, todas estas comparadas entre expuestos y controles. Los tres grupos expuestos fueron radiografía convencional CR, radiología intervencionista IR, tomografía computarizada CT, la dosimetrías personal se utilizaron para estimar las dosis medias de por vida, CR con resultados de =17,09 y *S*=5.73; RI =31,00 y *S*=16,17; CT =45,98 y *S*=11,32. Refieren que los trabajadores expuestos a radiación mostraron un aumento significativo de (O2•−) en comparación a los grupos de control encontrando una diferencia significativa entre TC y IR vs los controles con una P<0,05; además los niveles plasmáticos de malondialdehído (MDA) fueron más altos en los trabajadores expuestos que en los controles con P <0,05.

El riesgo de cataratas por exposición a bajas dosis de radiación ionizante según Gabriel Chodick et al (2008) presenta un mayor riego vs aumento de la edad, 30 – 34 años HR =1.90 (1.59 - 2.27) y 40 – 44 años HR= 7.59 (6.39 - 9.03), además en genero el ser mujer se presenta como riesgo con HR =1.26 (1.12- 1.42) vs hombre HR=1; el consumo de cigarrillo superior a 15 o más paquetes por año HR= 1.25 (1.09- 1.43) aumentando el riesgo para cataratas, demostrándose lo contrario con el consumo de alcohol de 1 a 10 bebidas por semana HR=0.84 (0.74- 0.96) y HR= 0.92 (0.75- 1.13) disminuyendo el riesgo de cataratas. El tener enfermedades de base aumenta el riesgo de cataras como hipercolesterolemia HR=1.49 (1.12-1.99), hipertensión HR=1.24 (1.05- 1.46) diabetes mellitus HR=4.10 (3.24- 5.20) artritis reumatoide HR=1.33 (0.99- 1.79) y el índice de masa corporal <20 HR=1 P=0,05, >30 HR=1.44 (1.21- 1.72). El riesgo de cataratas vs número de radiografías de diagnóstico personal, para sujetos con <5 HR=1 P=0,05 y > 25 HR=1.41 (1.19- 1.68) se presenta como aumento del riesgo ; cabe resaltar que el número total de radiografías se asoció con un mayor riesgo de extracción de cataratas, sujetos con < 5 HR=1 P=0,05 y >25 HR=1.50 (1.09- 2.06) ; la radioterapia en cabeza y cuello se asoció con HR= 1.71 (1.09- 2.68)

Jan M. Zielinski et al (2009) muestran resultados en un estudio de cohorte sobre la asociación entre efectos en la salud para personal de la salud vs exposición a radiación ionizante en dosis bajas, encontraron (SIR) a favor de cáncer de esófago en mujeres SIR=1.57 IC 90% (0.53–3.58) y hombres SIR=0.39 (0.13–0.89); cáncer hígado en mujeres SIR=2.41 (1.05–4.75) mostrando una incidencia significativamente alta en comparación a la de los hombres SIR=0.51 (0.34–0.73) y cáncer de tiroides en mujeres SIR=1.66 (1.30–2.10) resultado menor al de hombres SIR=2.10 (1.27–3.29) con un significativo cambio. En relación con el índice de mortalidad estandarizada (SMR) muestran resultados para mortalidad por cáncer de esófago en mujeres SIR=1.40 (0.38–3.62) y hombres SIR=0.42 (0.14–0.96), mortalidad por cáncer de vesícula biliar en hombres 1.71 (0.67–3.59) y mujeres 0.33 (0.01–1.54). las incidencias y la mortalidad de cáncer por exposición ocupacional a RI muestran una disminución dentro de los años del estudio, además no es posible realizar una comparación con los anteriores estudios puesto que son estudios de dosis con enfoques diferente y tipos de estudios no concordantes.

Resultados de otros grupos asociados: Aleksandra Fucic et al (2007) encontraron que la presencia abortos espontáneos involuntarios en mujeres de edad fértil por exposición ocupacional a rayos x y radioisótopos OR= 3.68; (1.39 - 9.74); P=<0,01 modelo A y OR= 4.89; (1.99-11.98); P= <0.001 modelo B tienen un mayor riesgo; las aberraciones cromosómicas presentan diferencias significativas en relación al grupo control, el grupo expuesto a rayos X presenta aberración tipo cromátida =1,97 y *S*=1,41, aberración tipo cromosoma =0,51 y *S*=0,82 P<0,05, aberración tipo acentrica =0,60 y *S*=0,90, aberración tipo dicentrica =0,12 y *S*=0,36 P<0,05, resultados similares para el grupo expuesto a radioisotopos con aberración tipo cromátida =1,98 y *S*=1,47; aberración tipo cromosoma =0,63 y *S*=0,99 P<0,05; aberración tipo acentrica =0,61 y *S*=1,09; aberración tipo dicentrica =0,16 y *S*=0,36 P<0,05. Los grupos expuestos presentaron un aumento significativo para Proporciones Medias MR específicamente en aberraciones de tipo cromosómico, el grupo de rayos x MR = 3.13; (1.54-6.37); P= 0,002 y grupo radioisótopos MR = 3.61; (1.69-7.71); P= 0,001; las diferencias medias MD para aberraciones tipo dicentricas aumentaron para el grupo expuesto a rayos x con MD 0,11; IC= 0.01 - 0.21 P=0,03; y MD 0,14; IC= 0.02- 0.27 P=0,02 para el grupo radioisótopos; las aberraciones cromosomicas vs fumar tuvieron diferencias significativas para aberraciones tipo cromosoma con MR=1,49 (1.04 - 2.16) P=0,032 y tipo acéntrico MR=1,40 (0.98 - 2.01) P=0,06.

Los artículos de la presente revisión muestran enfoques y perspectivas diferentes; sin embargo, hay heterogeneidad alta en cuanto al abordaje del tema central de radiaciones ionizantes y no ionizantes en personal de la salud, expuesto ocupacionalmente.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Grupo de genética: el desarrollo de los efectos de la radiación ionizante en dosis bajas para cardiólogos expuestos a radiación dispersas mediante cateterismo cardiaco se relaciona con la aparición de infecciones respiratorias agudas; además el estar expuestos a radiaciones ionizantes y fumar se relaciona con la aparición de aberraciones cromosómicas tipo roturas y brechas cromosómicas y células aberrantes.

Grupo Hematología: Los efectos en la salud a corto plazo por exposición ocupacional a radiación ionizante puede verse afectada la función tiroidea, pulmonar, plaquetas y linfocitos.

Grupo de Esperma: La exposición a radiación ionizante se ve relacionada con la desnaturalización del ADN del esperma, presentando características de movilidad disminuidas, defectos en la cabeza, vacuolas y la viabilidad del esperma se puede ver comprometida, cabe mencionar que los espermatozoides morfológicamente normales presentan una disminución en personal expuesto a RI

Grupo de cáncer: la exposición prolongada a dosis bajas de radiación puede generar cáncer de tiroides, cáncer estómago, cáncer colorrectal tanto en hombres como en mujeres y Linfoma no hodking en hombres

Grupo de dosis: Los trabajadores expuestos a radiación ionizante presentan aumento de superoxido (O2•−), una de las especies de oxígeno reactivo (ROS) y aumento de los niveles plasmáticos de malondialdehído (MDA); además la exposición ocupacional a bajas dosis de radiación ionizante se presentan como aumento del riesgo para presentar cataratas y extracción de cataratas vs edad, genero, enfermedades de base y áreas como radioterapia o radiodiagnóstico. la exposición a bajas dosis de RI genera incidencia para cáncer de esófago, tiroides e hígado y mortalidad para cáncer de esófago y vesícula biliar.

Grupos asociados: Las mujeres en edad fértil con exposición ocupacional a RI tienen un mayor riesgo de presentar abortos espontáneos; además de presentar aberraciones cromosómicas tipo cromosomal y dicentrica; sin embargo, el fumar y estar expuesto a RI se puede relacionar a la presencia de aberraciones cromosómicas.

LIMITACIONES

No se encontraron estudios realizados en Colombia ni en Sur América dentro de los últimos 10 años.

Los resultados de los dosímetros utilizados para medir la RI no se expusieron en algunos estudios por lo cual no se tuvo acceso para realizar estimaciones y comparaciones con los estándares internacionales.

En algunos estudios no se usó el dosímetro para la medición de la exposición adherido al elemento de protección personal, generando posibles cambios en los resultados que además no fueron expuestos en su totalidad.

Dado que el cáncer es una patología de alto costo y su progresión puede ser lenta, se hace difícil llevar a cabo estudios que demuestren significancia estadística asociado a enfermedad laboral por exposición a radiación ionizante y no ionizante, debido al no realizar un continuo seguimiento a cada trabajador; por ende, deben ser tomadas grandes muestras y analizadas por periodos de tiempo muy extensos para poder demostrar hipótesis, lo que incurre en coste económico elevado.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Universitaria del Área Andina por sus aportes

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chávez, G., & Ballesteros, A. (2001). Riesgos por campos electromagneticos. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/8095701/electro.pdf?AWSA...

Puig, J. (2011). *Terra Ecologia Practica*. Obtenido de http://www.terra.org/categorias/articulos/comprender-las-unidades-de-med...

Andisco, D., Blanco, S., & Buzzi, A. (2014). Dosimetría en radiología. *REVISTA ARGENTINA DE RADIOLOGÍA, 78*(2), 114-117. Obtenido de http://www.elsevier.es/es-revista-revista-argentina-radiologia-383-artic...

Andisco, D., Blanco, S., & Buzzi, A. (2014). Dosimetría en tomografía computada. *REVISTA ARGENTINA DE RADIOLOGÍA, 78*(3), 156-60. Obtenido de http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048761914000362

Arias, C. (2006). La regulación de la protección radiológica. *Pan American Journal of Public Health , 20*(2/3), 188-197. Obtenido de https://scielosp.org/pdf/rpsp/2006.v20n2-3/188-197/es

Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA). (2009). *Efectos biológicos de la exposición a dosis.* UNESA, Madrid. Obtenido de file:///C:/Users/famili/Downloads/efectos_biologicos_radiacion_ionizante.pdf

Astroza, G., De la Llera, J., & Salvado , J. (2014). Exposición Radiológica en Urología:. *REVISTA CHILENA DE UROLOGÍA*, *79*(4). Obtenido de http://www.revistachilenadeurologia.cl/conocimientos-y-medidas-preventiv...

Barquero, R., Rubio Sanz, J., & Rescalvo, S. (2012). Dosis elevada en el dosímetro personal de una auxiliar de enfermería en. *Medicina y seguridad del trabajo*, *58*(226), 59-66. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2012...

Cardona, a., Higuita, l., & Rios, l. (2016). *Revisiones sistemáticas de la literatura científica.* Bogota: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia. doi: http://dx.doi.org/10.16925/9789587600377

Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). (2008). *EMBARAZO E IRRADIACIÓN MÉDICA.* Ottawa, Ontario. Obtenido de http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%2084

Costa Santos, C., Mattos Pimenta, C., & Cuce Nobre, M. (2007). Estrategia PICO para la construcción de la pregunta de investigación y la búsqueda de evidencias. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, *15*(3), 508-511. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692007000300023

CSN, C. d. (2008). *Proteccion Radiologica.* CSN, Madrid. Obtenido de http://www.areasaludbadajoz.com/images/datos/atencion_hospitalaria/2008_...

Duran, A. (2014). Protección radiológica en cardiología intervencionista. *Archivos de Cardiologia de Mexico*, *85*(3). Obtenido de http://www.elsevier.es/es-revista-archivos-cardiologia-mexico-293-articu...

Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo, O. (2001). EL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO:. 49.4-49.6. Obtenido de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Encic...

Gonzalez, A. (1994). *Los efectos biológicos de las dosis bajas de radiación ionizante:Una visión más completa.* Especial, OIEA. Obtenido de https://www.iaea.org/sites/default/files/36405843745_es.pdf

Hutton , B., Lopez, F., & Moher, D. (2016). La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA. *Medicina Clinica*, *147*(6), 262 - 266. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2016.02.025

IAEA. (2013). *International Atomic Energy Agency*. Obtenido de https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-es/InformationFor/HealthProfessi...

Manterola, C., Astudillo, P., Arias , E., & Claros, N. (2011). Revisiones sistematicas de la literatura. Que se debe saber. *Cirugia Española*, *91*(3), 149-155. doi:10.1016/j.ciresp.2011.07.009

Mendez, A., & Maldonado, J. (2014). Trastornos hematopoyéticos en trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. *Medicina y sguridad del trabajo*, *60*(234), 143-160. doi:http://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X201400010001

OMS. (2006). *Organizacion Mundial de la salud*. Obtenido de http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/

OMS. (Abril de 2016). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/

Organismos Internacional de Energia Atomica(OIEA). (1994). *Los efectos biológicos de las dosis bajas de radiación ionizante:Una visión más completa.* OIEA. Obtenido de https://www.iaea.org/sites/default/files/36405843745_es.pdf

Pulido, H. B., Pardo, G. G., Suárez, M. G., & Soto. (2004). Aberraciones cromosómicas en tranajadores expuestos a radiaciones ionizantes. *Ciencias de la salud*, *2*(1), 8-14. Obtenido de http://revistas.urosario.edu.co/index.php/revsalud/article/view/591

Tchernitchin, A., & Riveros, R. (2004). Efectos de la Radiación. *Cuad Méd Soc*, 221-234. Obtenido de http://cms.colegiomedico.cl/Magazine%5C2004%5C44%5C4%5C44_4_5.pdf

Vaño, E., Fernandez, J., Sanchez, R., & Ten Moron, J. (2013). Niveles de referencia de dosis en radiología intervencionista. *Radiologia*, *55*(s2), 17-24. Obtenido de https://servei.org/wp-content/uploads/2013_Niveles-Referencia-RVIDr-Vano...

Caso Práctico de Implantación de Lean Manufacturing en Edcha. Proyecto SCANIA LKW 106

RESUMEN / ABSTRACT

La implantación de Lean Manufacturing en la fábrica de Edcha supuso un gran esfuerzo por parte de todos los departamentos. El departamento de ingeniería de procesos contando con la colaboración del resto de departamentos de la empresa implantó el proyecto SCANIA LKW 106 bajo los pilares de Lean Manufacturing. Tras la implantación consiguieron un proceso de fabricación más seguro, de mayor calidad y que a su vez contribuyó a mejorar beneficios económicos de la empresa.

La presente comunicación explica cómo se desarrolló el proceso. El proyecto se ha enfocado hacia el cambio cultural que existe actualmente en las empresas, donde la industria 4.0 se está abriendo camino; pudiendo así ocupar a los operarios en tareas que aporten un mayor valor añadido y dejando de hacer operaciones repetitivas como era habitual.

A través del “Value stream mapping” VSM, salieron a la luz los principales puntos de desperdicios de la planta. Aplicando técnicas de Lean Manufácturing se obtuvieron varias propuestas de mejora. En la comunicación se presentarán fotografías del antes y del después de varias de las mejoras implantadas. Entre ellas, se explicará detalladamente el proceso de robotización de un puesto de mecanizado; se detallará la reducción del tiempo de ciclo obtenido en esa operación, el ahorro económico conseguido, así como las mejoras relacionadas con la seguridad laboral.

Este trabajo presentará el análisis del VSM inicial y el VSM final obtenido tras la implantación de las mejoras implantadas, así como varias fotografías del antes y del después.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Lean Manufacturing
Calidad
Seguridad Laboral

AUTORES / AUTHORS

Susana García Herrero
Universidad de Burgos
susanagh@ubu.es
Alma Martin Moreda
Universidad de Burgos
alma_martin88@hotmail.es
Miguel Ángel Mariscal
Universidad de Burgos
susanagh@ubu.es
Santiago García Pineda

slgpineda@ubu.es

INTRODUCCIÓN

Gestamp es un grupo internacional dedicado al diseño, desarrollo y fabricación de componentes metálicos para el automóvil. Está especializado en el desarrollo de productos con un diseño innovador para conseguir vehículos cada vez más seguros y ligeros, y por tanto mejores en relación al consumo de energía e impacto medioambiental. En particular, Edscha, es una empresa líder en la fabricación de mecanismos, con una amplia gama de productos que incluye componentes mecánicos como bisagras y topes de puertas, sistemas eléctricos y dispositivos de control de mando.

Edscha Burgos está especializada en la fabricación de retenedores para puertas de vehículos, además de bisagras de puertas, capó y maletero. Trabaja para marcas tan conocidas como son Ford, PSA, SCANIA, Fiat, Opel, Seat, Mercedes, Volvo.

Figura 1: Productos de Edcha Burgos. Bisagras y Retenedores





METODOLOGÍA

Lean manufacturing

La filosofía Lean Thinking consiste en una serie de métodos y herramientas cuyo objetivo es entregar al cliente un producto que cumpla estrictamente con sus necesidades, eliminando aquellas características del producto a las que el cliente no da valor y simplificando y abaratando así su coste. La clave es definir qué es de valor desde el punto de vista del cliente.

La filosofía fue desarrollada por Toyota a finales de la segunda guerra mundial para competir con la industria americana del automóvil [1]. Estas ideas revitalizaron Toyota y su éxito hizo que se extendieran a la industria Occidental en los años 80. La experiencia fue documentada por los investigadores Womack, Roos y Jones [2].

Algo más tarde, Womack definieron una metodología de implantación de la filosofía que había sido bautizada como Lean Thinking [3, 4] (a veces conocida como Lean Production) que incluyó los siguientes 5 principios:

1. Definir el valor desde la perspectiva del cliente [5, 6].

2. Identificar la cadena de valor. Esta está compuesta por todas las actividades que son necesarias para entregar el producto al cliente [7]. Aunque a las actividades que no añaden valor se las considera desperdicios, los desperdicios son clasifican en dos grupos: relativos y absolutos

3. Optimizar el flujo de valor: hacer que el flujo de actividades discurra sin detenciones, eliminar las colas y esperas, que se consideran desperdicios inútiles (Muda) de tiempo [8].

4. Consultar al cliente acerca de sus necesidades exactas y qué considera él de valor.

5. Perseguir la Mejora continua [9].

Mapa de flujo de valor

El mapa de flujo de valor es la representación gráfica del flujo de material e información de un producto que corre desde el cliente hacia el proveedor. Así mismo, también representa la situación inicial (.current state map.) la situación deseada (.future state map.) a la que se quiere llegar [10].

Los beneficios que presenta la realización de un mapa de flujo de valor son múltiples [11, 12]. A continuación, se detallan algunos de ellos:

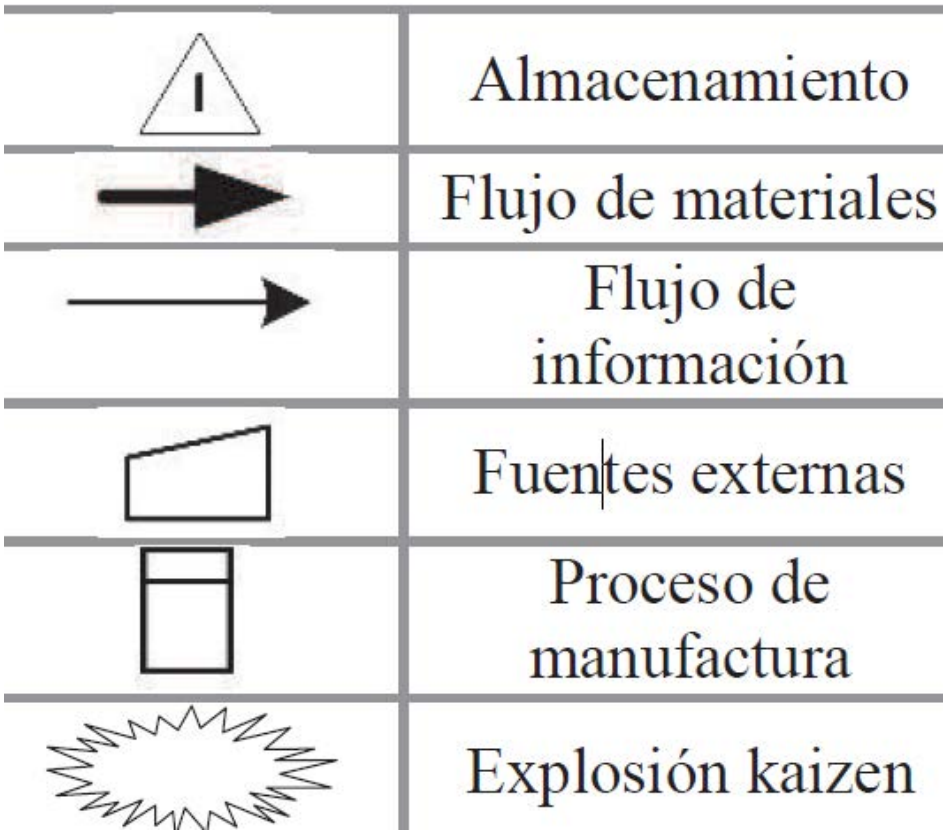
- Ayuda a visualizar más allá del nivel del proceso en producción para poder ver el flujo completo.
- Ayuda a ver más que el desperdicio, sino también fuentes del mismo.
- Proporciona un lenguaje común para hablar de procesos de manufactura.
- Ayuda a tomar decisiones sobre el flujo que de otra forma no se perciben.
- Forma la base para el plan de implementación Lean.
- Muestra la relación entre flujo de información y de material.
- Es más útil que un lay out y otras herramientas cuantitativas que discriminan información importante para conocer el flujo de material e información.

Los principales pasos para construir el mapa de flujo de valor o VSM se resumen básicamente en 4:

1. Seleccionar una familia de productos
2. Dibujar el .current state. o estado incial
3. Plantear el .future state. o estado futuro al que se quiere llegar
4. Preparar un plan de implementación y comenzar a trabajar en él

Para poder realizar un mapa de flujo de valor, es necesario estar familiarizado con los iconos usados para representar los distintos procesos, flujos y cualquier otro tipo de información. En la figura 2 se muestran algunos de los símbolos utilizados.

Figura 2: Símbolos del mapa de flujo de valor



Una vez que tenemos definida la familia sobre la que se quiere trabajar se debe proceder a la recogida de datos. Para reunir todos esos datos, es fundamental la colaboración de varios departamentos, como son: planificación de ventas, logística, producción, compras e ingeniería de manufactura y mantenimiento.

RESULTADOS

Sistema productivo inicial

Una vez seleccionada la familia de productos sobre la que se quiere trabajar se plantea el “VSM” con la situación inicial del proceso de fabricación. En esta presentación mostramos el caso de la bisagra para el proyecto Scania LKW.

Esta familia de productos consta de dos procesos diferenciados, uno el de mecanizado y otro el de montaje. A través del VSM “situación inicial” podemos ver todo el proceso productivo al completo, desde que los materiales entran en la planta, hasta que el producto final es suministrado al cliente.

A través de los tiempos de entrega de mercancías, tiempos de operación, esperas, movientos de materiales se llega a calcular el Lead time.

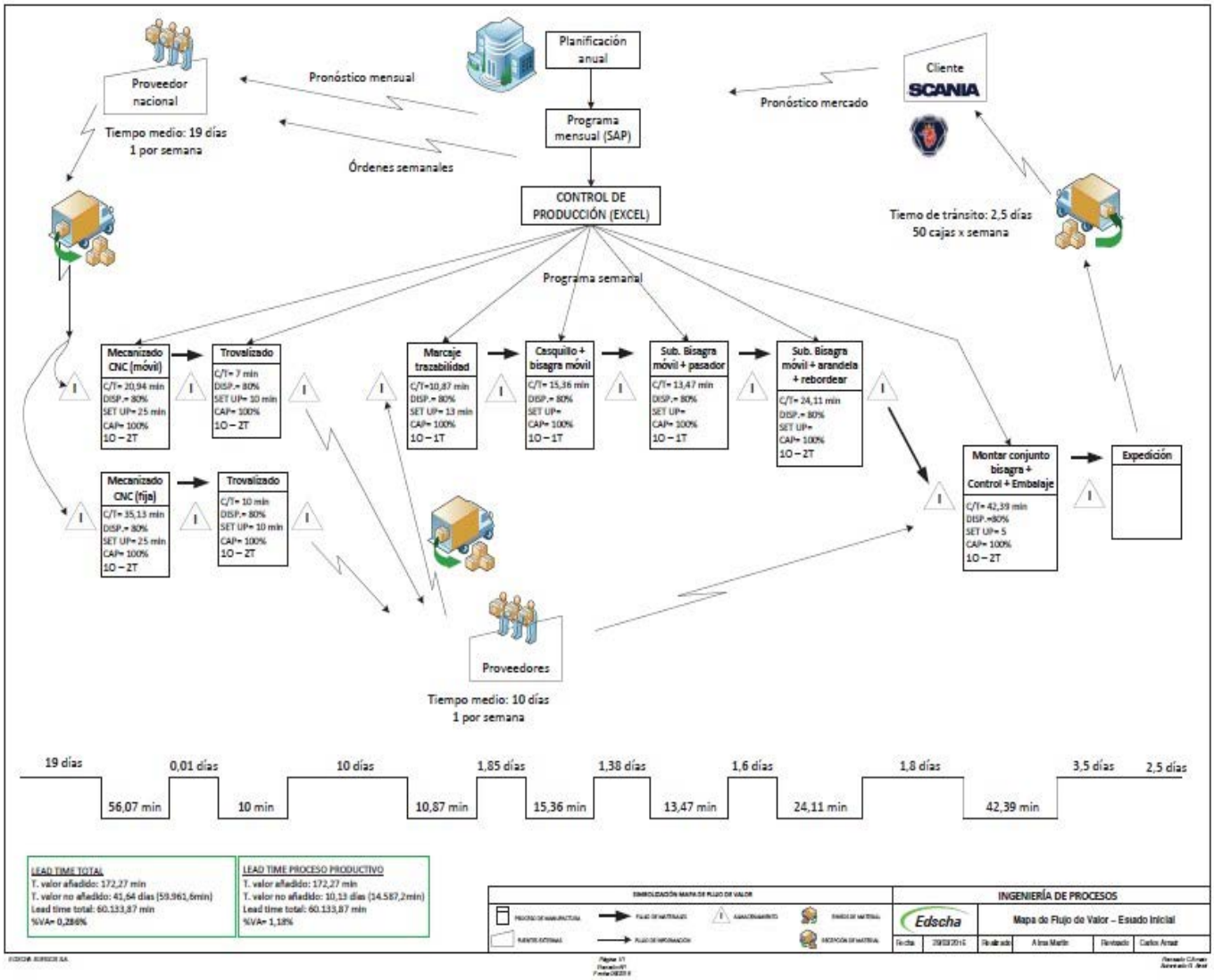


Figura 3: Mapa de flujo de valor "situación inicial"

Sobre este estado inicial, y utilizando la herramienta kaizen, se señalan los puntos del proceso en los que se va a actuar

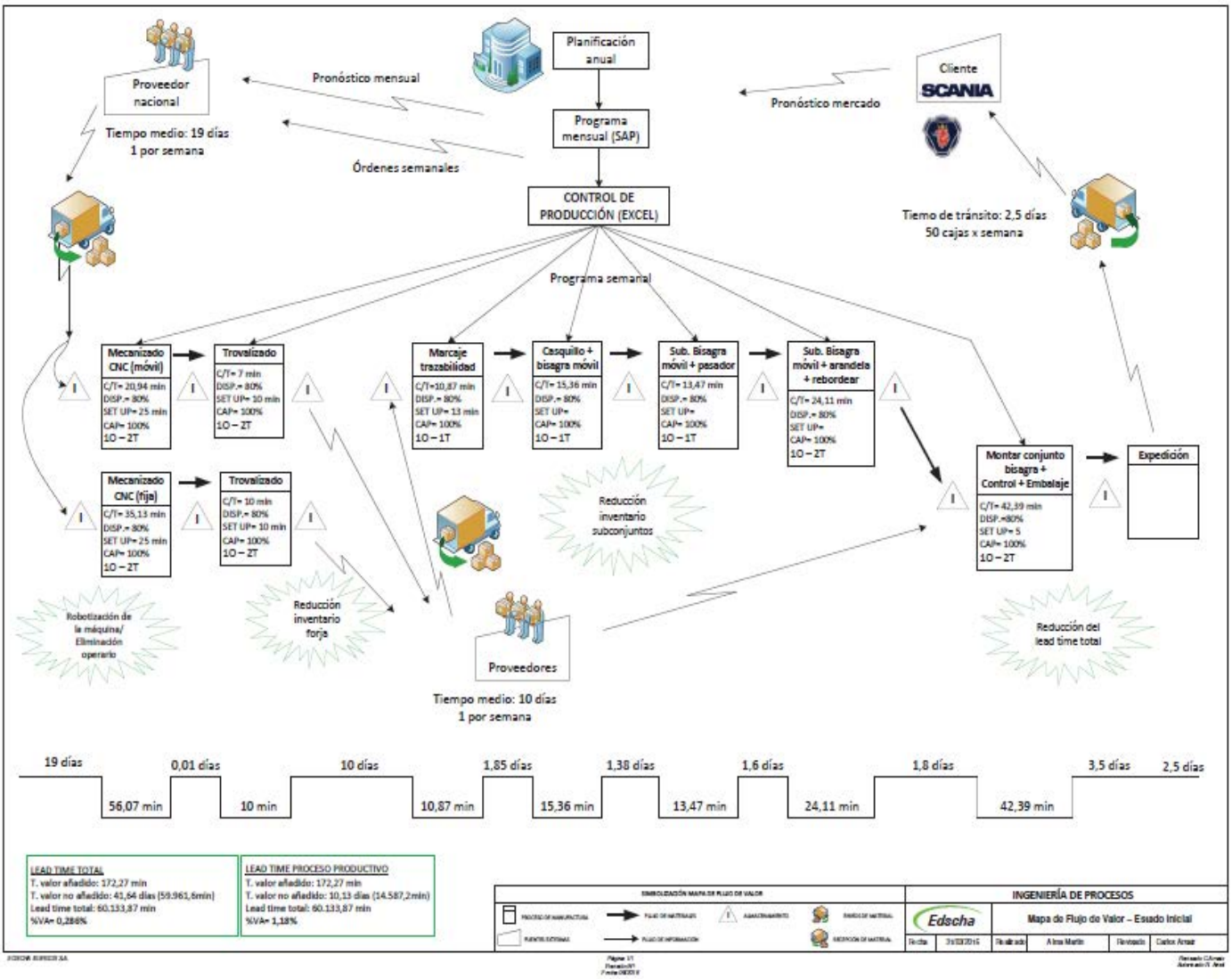


Figura 4: Mapa de flujo de valor "estado futuro"

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Mejoras propuestas

Con el "estado futuro" planteado, el siguiente paso será realizar el plan de mejoras.

Antes de llevarlas a cabo, es muy importante calcular la viabilidad económicade cada mejora planteada, para tomar la decisión de si seguir adelante con ellas, o por el contrario descartarlas.

Una de las mejoras planteadas fue robotizar la célula de mecanizado. El estudio de viabilidad económica fue favorable, por lo que seguimos adelante con ello.

Inicialmente el operario era el que se encargaba de alimentar piezas a la máquina y pulsar al botón de inicio de ciclo. La idea era que esta operación, sin apenas valor añadido, la realizara el robot. De esta forma operario podría dedicarse a realizar los controles de calidad, automantenimiento de la máquina; pasando así a empoderar a los operarios haciendo suya la máquina. En la figura 5 y 6 puede apreciarse el estado inicial de la célula frente al estado final ya que con el robot incluido en el puesto de trabajo.


DZ 18 W
MAGNUM
MG2706-001

Figura 5: Situación inicial de la célula de mecanizado


DZ 18
high speed
EUROTEC
ABB

Figura 6: Situación final de la célula de mecanizado

Otra de las mejoras propuestas, con un resultado positivo en el estudio de rentabilidad del proyecto, fue la unificación del proceso de montaje.

Cuando se industrializó el proyecto en Edscha, se utilizaron los medios de los que se disponían en la planta. Esto originó una situación en la que el lay-out del proceso no era el óptimo, pues cada máquina se encontraba ubicada en una zona de la fábrica, con distancias muy grandes y movientos de material innecesarios, que no aportaban nada de valor añadido al producto final. Por estos motivos, estaba claro que unificando en una célula el proceso de montaje era la mejor solución.

En el proceso de montaje incial, las máquinas tipo utilizadas eran varias prensas, una rebordeadora y un atornillador. En las figuras 7, 8 y 9 se muestra un ejemplo de estas máquinas tipo usadas.



Figura 7: Situación inicial proceso montaje (prensa tipo)



Figura 8: Situación inicial proceso montaje (rebordeadora tipo)



Figura 9: Situación inicial proceso montaje (atornillador)

Al igual que en el caso del proceso de mecanizado, las operaciones eran manuales y el trabajo que realizaba el operario se limitaba a colocar la pieza en la máquina y pulsar el botón de inicio de ciclo.

Por lo tanto, el objetivo a conseguir era doble, liberar de trabajo rutinario al operario y unificar el proceso de montaje en una célula. Tras varios estudios la mejor solución era adquirir una máquina nueva, uniendo 4 operaciones en 1; además de incluir un control de funcionalidad y de aspecto, asegurando la calidad en el 100% de las piezas fabricadas. En las figuras 10, 11 y 12 puede verse como fue el resultado final de la célula de montaje.



Figura 10: Situación final proceso montaje (máquina nueva)



Figura 11: Situación final proceso montaje (unión máquina nueva con atornillador)



Figura 12: Situación final proceso montaje (célula completa)

CONCLUSIONES

Como se ha explicado, la finalidad que se persigue al aplicar las herramientas del Lean Manufacturing, es obtener un proceso productivo con un flujo continuo, donde no existan despilfarros ni actividades que no aporten valor añadido a nuestro producto [13].

Gracias a la mejora continua, se ha conseguido optimizar el sistema de producción que había inicialmente para fabricar las bisagras del proyecto Scania LKW 106. Del todo no se ha conseguido obtener un flujo continuo, con operaciones equilibradas en cuanto a tiempos ciclos, pero se han conseguido los siguientes resultados:

- Automatización de la célula de mecanizado
- Se ha conseguido reducir el tiempo que no añade valor a la bisagra en 6,5 días.
- El tiempo que añade valor también se ha reducido, en este caso en 61,25 minutos.
- Además, con la reducción del tiempo ciclo, se aumenta notablemente la capacidad de la célula, y por consiguiente la productividad.

En la figura 13 puede verse el mapa de flujo de valor con los datos actualizados una vez implantadas las mejoras.

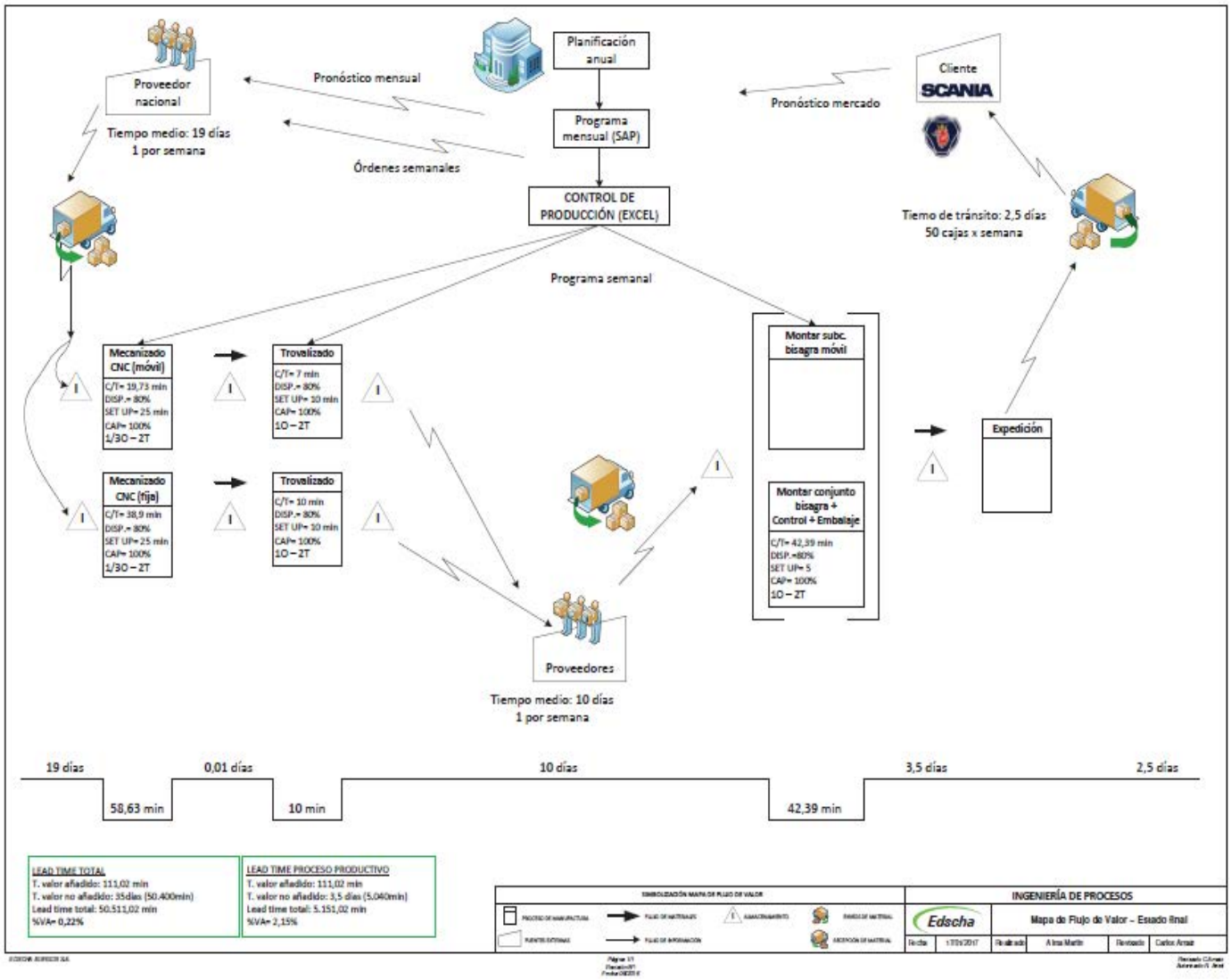


Figura 13: Mapa de flujo de valor "estado final"

Con estos resultados, destacar lo importante que es que todos los departamentos que estén involucrados, se den cuenta de lo que se puede llegar a conseguir con esfuerzo.

Además de la colaboración de los departamentos de la planta [14], también es importante que cooperen los clientes y proveedores, para que la planificación de la producción se pueda realizar de la forma más eficiente.

Las mejoras en salud laboral relacionadas con lean manufacturing han sido estudiadas por varios aturores [15-18].

Otra de las conclusiones que se ha obtenido, es la necesidad de tener un planning de las acciones que se van a realizar, con fechas, para poder hacer un buen seguimiento de aquellas que ya se hayan realizado y saber qué es lo que queda pendiente, para poder organizar el trabajo de la mejor manera en cada momento [19].

Todos debemos trabajar hacia un punto común, y así es como se consiguen los mejores resultados, y además de ello, mejorando con creces los objetivos fijados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ford, A.L., et al., *Reducing Door-to-Needle Times Using Toyota's Lean Manufacturing Principles and Value Stream Analysis.* Stroke, 2012. 43(12): p. 3395-+.

2. Womack, J., Jones, D., *The machine that changed the world*. 1991, Estados Unidos: Harper Perennial.

3. Melton, T., *The benefits of lean manufacturing - What lean thinking has to offer the process industries.* Chemical Engineering Research & Design, 2005. 83(A6): p. 662-673.

4. Womack, J.P., *Lean thinking: Where have we been and where are we going?* Manufacturing Engineering, 2002. 129(3): p. L2-L6.

5. Hong, P., M.G. Yang, and D.D. Dobrzykowski, *Strategic customer service orientation, lean manufacturing practices and performance outcomes An empirical study.* Journal of Service Management, 2014. 25(5): p. 699-723.

6. Kou, T.-C., B.C.Y. Lee, and C.-F. Wei, *The role of product lean launch in customer relationships and performance in the high-tech manufacturing industry.* International Journal of Operations & Production Management, 2015. 35(8): p. 1207-1223.

7. Naylor, J.B., M.M. Naim, and D. Berry, *Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain.* International Journal of Production Economics, 1999. 62(1-2): p. 107-118.

8. Perez Rave, J.I., *Airplane of the muda: support tool for the teaching-learning experience of lean manufacturing.* Revista Facultad De Ingenieria-Universidad De Antioquia, 2011(58): p. 173-182.

9. Indrawati, S. and M. Ridwansyah, *Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application*, in *Industrial Engineering and Service Science 2015, Iess 2015*, N. Pujawan, et al., Editors. 2015. p. 528-534.

10. Abdulmalek, F.A. and J. Rajgopal, *Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study.* International Journal of Production Economics, 2007. 107(1): p. 223-236.

11. Nallusamy, S., *LEAN MANUFACTURING IMPLEMENTATION IN A GEAR SHAFT MANUFACTURING COMPANY USING VALUE STREAM MAPPING.* International Journal of Engineering Research in Africa, 2016. 21: p. 231-237.

12. Rohani, J.M. and S.M. Zahraee, *Production line analysis via value stream mapping: a lean manufacturing process of color industry*, in *2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference, Mimec2015*, D. Kurniawan and F.M. Nor, Editors. 2015. p. 6-10.

13. Shah, R. and P.T. Ward, *Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance.* Journal of Operations Management, 2003. 21(2): p. 129-149.

14. Li, Y.X., M.H. Liu, and Z.L. Li, *The Dual Implementation of Lean and ERP in Manufacturing*, in *Manufacturing Engineering and Automation Ii, Pts 1-3*, L.C. Zhang, et al., Editors. 2012, Trans Tech Publications Ltd: Stafa-Zurich. p. 400-404.

15. Brown, G.D., *Lean manufacturing comes to china: A case study of its impact on Workplace health and safety.* International Journal of Occupational and Environmental Health, 2007. 13(3): p. 249-257.

16. dos Santos, E.F. and L.d.S. Nunes, *Methodology of Risk Analysis to Health and Occupational Safety Integrated for the Principles of Lean Manufacturing*, in *Advances in Social & Occupational Ergonomics*, R.H.M. Goossens, Editor. 2017. p. 349-353.

17. Montero Martínez, R., *Relación entre el Lean Manufacturing y la seguridad y salud ocupacional health.* Salud de los Trabajadores, 2016. 24(2): p. 133-138.

18. Mariscal Saldaria, M.A., et al., *The Impact of Occupational Hazard Information on Employee Health and Safety: An Analysis by Professional Sectors in Spain.* The International Electronic Journal of Health Education, 2012. 15: p. 83-98.

19. Anholon, R. and A.T. Sano, *Analysis of critical processes in the implementation of lean manufacturing projects using project management guidelines.* International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2016. 84(9-12): p. 2247-2256.

Simulacro de acciones de respuesta inmediata ante artefactos explosivos en las escuelas del NMS del Instituto Politécnico Nacional.

RESUMEN / ABSTRACT

Contar con medidas de protección civil en caso de una emergencia es muy importante. Esto ayuda a prevenir, disminuir riesgos y saber cómo actuar ante una contingencia. Tal es el caso de los hechos en los que se utilizan artefactos explosivos improvisados. Éstos últimos se definen como dispositivos usados en la guerra no convencional o asimétrica por guerrillas, fuerzas comando o terroristas. A los artefactos explosivos improvisados también se les conoce como bomba caminera. Dicho nombre lo utilizan algunos medios periodísticos para referirse a ellos.
Con la realización del simulacro se pusieron en práctica acciones de respuesta inmediata ante la amenaza de estos artefactos. Desde hace hace algunos años se realizan simulacros por artefactos explosivos en las Unidades. Esto con el fin de evaluar los protocolos de actuación ante estos eventos. En específico, también pretenden fomentar la salvaguarda de la población estudiantil en estos casos.

En la edición de este año, las instancias que participaron fueron la Secretaría de Marina y la Unidad interna de Protección Civil de la escuela. Estas autoridades pusieron en práctica medidas de atención y acciones de respuesta inmediata ante la amenaza de artefactos explosivos improvisados. Para ello, se realizaron acciones de prevención y atención, con la intención de reducir los mayores riesgos posibles.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Medidas de protección civil
artefactos explosivos
fomentar buenas prácticas de seguridad

AUTORES / AUTHORS

José Luís Tagle Vargas
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
tagle_joseluis@hotmail.com
Luis Manuel Hidalgo Álvarez
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
luismanuel_hidalgo@hotmail.com
David Hugo Aguilar Cruz
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
dhaguila@yahoo.es

INTRODUCCIÓN

Un artefacto explosivo improvisado (del inglés IED) es un dispositivo explosivo usado frecuentemente en la guerra no convencional o guerra asimétrica, por fuerzas comando, guerrillas y terroristas. Se le conoce también como bomba caminera, nombre usado por algunos medios periodísticos para referirse a este tipo de artefactos explosivos.

La utilización de trampas explosivas va ligada a la historia militar desde el comienzo del uso de la pólvora, La pólvora fue inventada en China para hacer fuegos artificiales y armas, aproximadamente en el siglo IX de nuestra era, aunque no concibieron las armas de fuego como nosotros las conocemos. Los bizantinos y los árabes la introdujeron en Europa alrededor del 1200, desde entonces la humanidad ha presenciado accidentes causados por esta, he aquí algunos eventos.

En el siglo XX existen antecedentes de su utilización en la llamada Guerra de Invierno entre Finlandia y la Unión Soviética (1939-1940).

Otro ejemplo de su uso coordinado a gran escala fue en la llamada *guerra del ferrocarril* en Bielorrusia durante la Segunda Guerra Mundial entre 1943 y 1944, en la cual fueron usados por los llamados partisanos para descarrilar los trenes alemanes.

Durante la Guerra de Vietnam fueron usados por el Frente Nacional de Liberación de Vietnam (Vietcong), utilizando material militar estadounidense abandonado o no explosionado.

En Irlanda del Norte, el IRA Provisional (IRA) los usó contra las tropas del Reino Unido durante la llamada *Campaña del IRA Provisional 1969–1997*.

En Afganistán, los llamados muyahidines los utilizaron entre 1978 y 1992 durante la guerra civil. Posteriormente, en la guerra en Afganistán de 2001han sido utilizados por los talibán.

En Líbano fueron usados por Hezbolá contra las tropas del ejército de Israel entre 1982 y 2000.

También fueron utilizados contra el ejército de Israel en las llamadas Intifadas(1987-1991) y (2000-2005).

En Chechenia han sido utilizados por los militantes secesionistas contra Rusia en la Primera Guerra Chechena (1994-1996) y desde 1999.

Han sido ampliamente utilizados en la Guerra Civil Siria tanto por los rebeldes como por el Estado Islámico (2011-presente) como también por las Unidades de Protección Popular (YPG) en su estrategia de guerra de guerrillas contra la ocupación turca en Afrin.[1]

RECOMENDACIONES ANTE UN INCENDIO

1. INSTRUCCIONES GENERALES.- En ningún caso ponga en peligro su integridad física. Ante cualquier emergencia avisar al teléfono. 96 6658688, indicando:

-Identificación personal.

-Lugar exacto del incendio / siniestro -Materiales implicados y magnitud del incendio.

-Medidas adoptadas. Ordenar la salida de los visitantes y evacuar el personal del despacho o aula con orden y precausión.

-Tranquilizar a las personas durante la evacuación. Sin embargo, se actuará con firmeza para conseguir una evacuación rápida y ordenada.

-No detenerse a recoger los efectos personales.

-No permitir el regreso a los locales evacuados.

-Ayudar a las personas con minusvalías o heridas en la evacuación.

-El humo se almacena en forma de bolsa en la parte superior de las habitaciones, por lo tanto, si se encuentra en esta situación se recomienda desplazarse a gatas.

-Antes de atacar al fuego debe estar seguro de que no corre ningún peligro su integridad física, ni la de ningún otro empleado o visitante. Siempre que sea posible se debe atacar el fuego por parejas.

-Atacar el fuego utilizando los aparatos extintores más próximos al lugar del incendio.

-Finalizada la evacuación de una planta, comprobar que realmente es así y cerrar las puertas y ventanas que atraviese el camino de la evacuación, y tome las medidas que puedan impedir el avance del humo o del fuego.

-Actuar en todo momento conforme a las normas del manual de emergencia de su centro.

UTILIZACIÓN DE UN EXTINTOR

1. Descolgar el extintor de la pared. Comprobar que tiene presión (en el manómetro que hay junto al asa).
2. Tirar de la anilla de seguridad para desbloquear la maneta que acciona el chorro. Coger la manguera del extintor y dirigirla hacia el origen del fuego.
3. Presionar la maneta que acciona el chorro y rociar bien el origen de las llamas hasta que queden extinguidas.

CARACTERISTICAS

Los artefactos explosivos improvisados suelen ser fabricados con distintos diseños, mecanismos detonantes y tipos de explosivos, lo que los hace aún más peligrosos si son detectados y deben ser desarmados. Para evitar ser detectados han sido hechos de bidones de plástico rellenos con explosivo y esquirlas. En otros casos son obuses o bombas aéreas a los cuales se les conecta un detonador.

Pueden tener un detonador activado por control remoto, rayos infrarrojos, mecanismo temporizador con conmutador de membrana (tipo horno de microondas) o resortes. En algunos casos varios artefactos suelen estar montados para obtener una explosión en cadena, por ejemplo en el ataque a un convoy o tren.

Detección de artefactos explosivos

La tecnología clásica por excelencia es la detección de metales, orientada a la detección de elementos detonadores fundamentalmente. Es una tecnología muy madura cuya misión real es desviar todo objeto metálico hacia la monitorización por rayos X. Son usados para inspección de bultos, objetos de mano, maletas, contenedores, etc. Permite detectar la presencia de masa de explosivo. Proveen óptimos resultados a una distancia segura.

Las fuerzas militares, alrededor del mundo, operan con robots para propósitos de inteligencia y para desactivar bombas en zonas de combate. La policía usa robots para desechar IED en áreas urbanas, modos de transporte y ubicaciones abarrotadas. En los últimos años, ha evolucionado considerablemente la tecnología y se han incorporado a los equipos convencionales diferentes versiones: tomografía computarizada (imágenes en 3D) para equipajes de bodega; energía dual, que permite diferenciar con mayor precisión la densidad efectiva de los materiales y, por tanto, la identificación de determinados materiales.

Protocolos de respuesta ante la presencia de artefactos explosivos en el sector educativo a nivel nacional

Los protocolos de respuesta ante la presencia de artefactos explosivos en el sector educativo a nivel nacional, son construidos con el fin salvaguardar la integridad física y psicológica de los actores del sector educativo, así como de las personas externas que se encuentran en las instalaciones de la infraestructura educativa ante un evento peligroso, inminente o de riesgo potencial de índole antrópico; dando cumplimiento a la normativa y políticas vigente.

Este documento está dirigido a todas las instituciones educativas que se encuentran ubicadas a nivel nacional.

El Ministerio de Educación a través de la Dirección Nacional de Gestión de Riesgos coordina intra e inter institucional la seguridad integral y protección de los actores del sector educativo mediante el siguiente marco institucional:

- Constitución de la República;
- Ley de Seguridad Pública del Estado;
- Ley Orgánica de Movilidad Humana;
- Ley Orgánica de Educación Intercultural LOEI;
- Ley Orgánica de movilidad Humana (LOMH)

- Reglamento general a la Ley orgánica de Educación Intercultural RLOEI;
- Código de la niñez y la adolescencia;
- Plan Nacional para el buen vivir.

El protocolo de respuesta ante la presencia de artefactos explosivos en el sector educativo a nivel nacional es de carácter "*obligatorio e injustificable*" para las Autoridades de las Instituciones Educativas que se ven amenazadas en su estructura o entorno por artefactos explosivos.

Para que el protocolo de respuesta ante la presencia de artefactos explosivos en el sector educativo a nivel nacional sea efectivo por los actores del sector educativo, se debe previamente cumplir con la fase de preparación, la misma que será dirigida por las Direcciones Distritales con el acompañamiento de las Coordinaciones Zonales, Subsecretaría de Educación del Distrito Metropolitano de Quito, Subsecretaría del Distrito de Guayaquil y de Planta Central a través de la Dirección Nacional de Gestión de Riesgos, en un trabajo interinstitucional articulado con la Policía Nacional, Cuerpo de Bomberos, Fuerzas Armadas, entre otros. Así mismo, durante esta fase, los GAD´s adoptarán las medidas necesarias en el marco de sus competencias.

El protocolo de respuesta ante la presencia de artefactos explosivos en el sector educativo a nivel nacional, se comienza a incorporar en los Planes de Reducción de Riesgos, a partir de los eventos suscitados en la Provincia de Esmeraldas en el mes de enero de 2018.

En México no ha existido ningún conflicto armado desde la ¨Revolución Mexicana de 1910 a 1921, sin embargo es importante considerar que en las festividades patronales de los pueblos ciudades, en donde se utilizan artefactos explosivos y pirotecnia, existe un riesgo latente hacia la población.

Las escuelas no están libres de estos problemas, puesto que la población estudiantil en ocasiones hace uso de estos artefactos, poniéndose en riesgo su seguridad y la seguridad de las personas que se encuentren cerca de ellas en caso de que explote uno de los citados artefactos.

METODOLOGÍA

La presente investigación, tiene como meta el establecer mecanismos y protocolos para reducir los riesgos al presentarse un aparato explosivo, por lo cuál la presente investigación tiene un carácter exploratorio y de investigación.

El objetivo de reducir los accidentes en los centros de trabajo, en caso de presentarse un artefacto que pudiera incendiarse, al estar entrenados a través de simulacros y así contar con el personal debidamente entrenado y capacitado, y así reducir, por lo cual la presente investigación es de tipo práctica.

RESULTADOS

Según la Organización Internacional del Trabajo a diario ocurren cerca de 868 mil accidentes de trabajo, de los cuales 1,100 suceden en México, siendo que de estos eventos 55 son incendios de aproximadamente 200 conatos de incendios, por lo anterior, es importante el contar con protocolos que nos indiquen el saber que saber en el momento en que se presente un conato de incendio y este pueda ser controlado.

También es necesario el reducir tanto los actos inseguros como las condiciones peligrosas, puesto que en ocasiones no contamos con métodos de trabajo adecuados, se presentan defectos en los equipos que utilizamos, se colocan materiales para las instalaciones como tuberías, cables y accesorios defectuosos, etc.

Debemos también de no provocar situaciones de riesgo que ponen en peligro a las personas, el usar de manera inapropiada las manos u otras partes del cuerpo, el operar equipos sin autorización, y sobre todo lo más recurrente es la falta de orden y limpieza en los centros de trabajo.

También es importante el limpiar, engrasar o reparar la maquinaria cuando se encuentra en movimiento y el usar el equipo de protección personal en forma adecuada y por ninguna razón el quitárselo.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Las citadas acciones, anteriormente descritas nos permiten el reducir ostensiblemente los riesgos de presentarse un incendio.

Para los fumadores recomendamos las siguientes acciones:

- Sólo se debe fumar en aquellas zonas en las que esté expresamente indicado. Esta norma debe cumplirse por todos nosotros y hacerse cumplir a los visitantes.
- Las cerillas y cigarrillos deben depositarse en los ceniceros y asegurarse de que quedan completamente apagados. Nunca se depositarán en papeleras, cubos de basura o donde reciclamos el papel. Cuidad esta advertencia al máximo por el bien de todos.

- No sobrecargar las bases de toma de corriente. Si es necesario es mejor que solicitemos una toma de corriente fija.

- Cuando terminéis de usar un aparato recordad desenchufarlo. -Al terminar la jornada de trabajo, asegurad que todos los aparatos están apagados. Un día por otro, siempre puede olvidársele a alguien. Colaboremos todos.

- En los almacenes o zonas potenciales peligrosas no hay que utilizar electrodomésticos que tengan piezas incandescentes.

- En los almacenes y archivos desconectad la instalación eléctrica de los aparatos. -No fomentar la aparición de almacenamientos incontrolados. Ahora que tenemos orden en el archivo y en el almacén debemos procurar todos mantenerlo al máximo.

- Deben estar siempre libres, sin obstáculos. El punto de reunión se establece justo enfrente de la puerta de salida. Recordar que hay que mover los coches inmediatamente para dejar el máximo de espacio posible.

CONCLUSIONES

- Desde el descubrimiento de la "*polvora*" por los chinos, en el siglo XII, la humanidad ha presenciado accidentes por la irresponsabilidad de los militares en cuanto a dejar estos artefactos "sin explotarlos" por lo que es importante el saber "*que hacer*" ante la presencia de los citados "*artefactos explosivos*".

- México es uno de los pocos países en el mundo, que no ha tenido "enfrentamientos bélicos" ni guerras ni gerrillas internas, como el resto de los países de América latina, sin embargo, no estamos exentos de ello, por lo que es importante establecer códigos de respuesta rápida si se presenta un artefacto explosivo, sobre todo con relación al uso indiscriminado por parte de la población civil con el uso de "*artefactos de pirotecnia*" en "*ferias y festividades religiosas*".

- Es prioritario establecer en las escuelas, empresas y en toda organización, "*protocolos de respuesta ante artefactos explosivos*", esto con el fin de reducir los riesgos de encontrarnos con un artefacto de este tipo, con ello la preservación de la seguridad colectiva, personal y de la vida misma.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a los profesores de las Escuelas hermanas, el CECyT No, 7 "Cuauhtémoc" de las diferentes especialidades de Instalaciones y mantenimiento eléctrico, de Mantenimiento industrial, de Construcción, de Aeronáutica, de Sistemas Automotrices y de Soldadura Industrial por su valiosa participación en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A las Autoridades de del CECyT "Cuauhtémoc", al Director y a los Subdirectores Académico, de Servicios Educativos e Integración Social y Administrativo.

A la Sección de posgrado de la UPIICSA en la carrera de "Ingeniería Industrial".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UAVs against IED (enlace roto disponible en Internet Archive; véase el historial y la última versión).

1. JP 1-02 Deparment of Defense Dictionary of Military and Associated Terms,pag 261.

1. U.S. military officials believe financial incentives help explain why troops face big - World Affairs Board.

1. "Revealed: IRA bombs killed eight British soldiers in Iraq", This Britain, UK - Independent.co.uk.

1. Presidencia de la república. "Plan nacional de acción contra minas". Estadísticas victimas mina antipersona. 1990-2016. Available from http://www.accioncontraminas.gob.com/estadisticas/paginas

/victimas-minas-antipersonal.asex.

1. King B. Jioto I., "The mobile army surgical hospital (MASH): a Military and surgical legacy", j. Natl Med Assoc. 2005 (may;97(5): 648-656.

1. Manring MM, Hawk, A. Calhoum JH, Andersen RC, "Treatment of war wounds: A hostorical review". Clint Orthop relat res 2009 aug; 467(8): 2168-2191.

1. Seguridad Frente Artefactos Explosivos Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional.

1. Integración completa de robots en equipos digitales.

1. Los artefactos explosivos improvisados (IEDs) por Javier Jordán y Fernando M. Mañas.

1. «Two Turkish soldiers killed in Syria's Afrin in IED blast» (en en-EN). Hurriyet Daily News. 27 de marzo de 2018. Consultado el 3 de abril de 2018.

Caracterización morfológica y química del PM2,5 en región continental intertropical de Latinoamérica

RESUMEN / ABSTRACT

El material particulado fino (PM2.5) puede penetrar hasta las zonas más profundas del sistema respiratorio y su combinación con otros contaminantes puede hacer que su composición sea tóxica/cancerígena. El objetivo es caracterizar la morfología y química del PM2.5 recolectado en una región continental intertropical latinoamericana.
Se realizó un muestreo por un período de seis semanas en época de lluvia, entre jul-nov/2018, haciendo uso de muestreador de bajo volumen con filtros de membrana PTFE. Las muestras se recolectaron de lunes-viernes por un lapso de 100h y de sábado-domingo por un lapso de 48h. La identificación de grupos funcionales se realiza mediante espectrometría infrarroja (FT-IR) y la caracterización química elemental y morfológica se realiza mediante microscopía electrónica de barrido (SEM-EDS).
Del FT-IR no se evidencian diferencias significativas en los grupos funcionales del PM2.5 recolectado de lunes-viernes y de sábado-domingo. Se identificaron grupos funcionales orgánicos con enlaces de carbono saturados y no saturados como carbonilos (C=O) e hidrocarburos alifáticos (C-H); así como hidroxilos (-OH) y, señales asociadas a óxidos de azufre. Se identificaron iones inorgánicos como el ion silicato (SiO_4^{4-}), ion nitrato (NO_3^-) y el ion amonio (NH_4^+) y, componentes inorgánicos de cuarzo y arcilla. Del SEM-EDS se evidenció la presencia partículas ricas en elementos como Si, C y O, y en menor medida Ca, Al, Mg, S, Cl, Fe, K, y Ti. La morfología predominante corresponde a aglomerados de partículas carbonosas, asociados a fuentes antropogénicas. El número de muestras fue pequeño, por lo que no se afirma con certeza la composición de las partículas.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

morfología de las particulas
Composición química elemental del particulado
Identificación de grupos funcionales en particulado

AUTORES / AUTHORS

Gladys Rincón Polo
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales
grinconespol@gmail.com
Giobertti Morantes
Universidad Simon Bolivar
gmorantes@usb.ve
Jean Carlos Gonzalez
Universidad Simon Bolivar
ghcjean@usb.ve
Narciso Perez
Universidad Simon Bolivar
naperez@usb.ve
Isamar Guevara
Universidad Simon Bolivar
13-10620@usb.ve
Osamari Pérez
Universidad Simon Bolivar
13-11098@usb.ve

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es la modificación de la composición del aire por la presencia de algún contaminante, siendo el material particulado (PM, por sus siglas en inglés) el más común. El PM es cualquier sustancia, excepto agua pura, en estado sólido o líquido que se encuentra en la atmósfera, con tamaños microscópicos y sub-microscópicos (Seinfeld y Pandis, 2016). El diámetro aerodinámico de las partículas atmosféricas varía desde pocos nanómetros hasta decenas de micrómetros y, de acuerdo a su diámetro las partículas pueden ser clasificadas en dos grupos: partículas gruesas, con diámetro aerodinámico mayor a 2,5 µm y partículas finas, con diámetro aerodinámico menor a 2,5 µm ($PM_{2,5}$) (WHO, 2000). El $PM_{2,5}$ por su tamaño tiene la capacidad de penetrar a las zonas más profundas del sistema respiratorio y representa mayor riesgo a la salud humana. La exposición a las mismas tiene consecuencias adversas sobre el sistema respiratorio y cardiovascular (Dominici et al., 2006; O'Connor et al., 2008; Kim et al., 2015). Consecuencia de esto, las regulaciones ambientales a nivel mundial para este tamaño de partículas, son más estrictas que para partículas de mayor diametro (Morantes et al. 2016).

El PM puede tener origen natural o antropogénico. Partículas de origen natural provienen de fenómenos como la erosión del suelo, aerosoles marinos, erupciones volcánicas, incendios forestales y emisiones de material biológico fraccionado. Mientras, las Partículas de origen antropogénico se generan como resultado de la actividad del hombre: quema de combustibles fósiles, quema de biomasa, procesos industriales, actividad minero-metalúrgica, ente otras (Aragón-Piña, 2011).

Las partículas también se clasifican en primarias, cuando son emitidas directamente a la atmósfera desde fuentes naturales o antropogénicas; y secundarias, al formarse como resultado de la condensación de vapores o por reacciones fotoquímicas de los contaminantes primarios en el aire (Aragón-Piña, 2011); como ejemplo, aquellas con tamaños menores a 1 µm, producto de la oxidación de precursores gaseosos en la atmósfera (compuestos de azufre y de nitrógeno).

Caracterizar morfo-quimicamente el PM es fundamental para establecer las características del mismo, obtener información confiable sobre posibles fuentes de emisión, y así, entender los riesgos a la salud de estas partículas. Para caracterizar se usa un amplio rango de técnicas que, incluyen microscopía electrónica; espectroscopia infrarroja, ultravioleta y de absorción atómica; espectrometría de masas, infrarroja y de absorción atómica.

Se han llevado a cabo diversos estudios para caracterizar el material particulado atmosférico a partir de su morfología y química: Yue et al. (2006) recolectaron muestras de $PM_{2,5}$ en Shanghai para determinar morfología y composición elemental del particulado a través de espectrometría de dispersión de rayos X EDS. Tras la caracterización completa de más de 500 partículas, las mismas fueron clasificadas en cuatro tipos basados en morfología y composición elemental: agregados de hollín, partículas de cenizas de carbón, material mineral y otros tipos. Shi et al. (2015) presentan un análisis morfológico y mecánico de $PM_{2.5}$ mediante microscopía de fuerza atómica (AFM), este grupo también analizó más de 500 partículas y encuentran que el PM exhibió formas circulares, alargadas e irregulares, como altas densidades de O, Si, C, Fe, Ca, Mg, Al, K y S. Maria et al. (2002) recolectaron partículas de aerosol en filtros de membrana de teflón en el entorno de la isla de Saint Croix, las cuales fueron analizadas mediante espectroscopia infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), en este estudio se identificaron iones sulfato, amonio, silicato y grupos funcionales orgánicos como carbonilos e hidrocarburos alifáticos. Shaka' y Saliba (2004) determinaron la concentración y composición del $PM_{10\text{-}2,5}$ (fracción gruesa) y $PM_{2,5}$ (fracción fina) en el Líbano; mediante la técnica de ATR-FTIR determinaron los grupos funcionales presentes en las muestras, y como resultado identificaron iones inorgánicos como SO_4^{2-}, NO_3^-, SiO_4^{2-}, CO_3^{2-} y NH_4^+, los cuales mostraron concentraciones más elevadas en la fracción $PM_{2,5}$ que en la $PM_{10\text{-}2,5}$.

El objetivo de esta investigación es caracterizar la morfología y composición química (elemental y de grupos funcionales) del $PM_{2,5}$ en una región continental intertropical de Latinoamérica. Para lo cual, se emplea microscopía electrónica de barrido para la caracterización morfológica y química elemental y, la espectroscopia de infrarrojo para la caracterización de grupos funcionales.

METODOLOGÍA

Lugar de muestreo

Se lleva a cabo una campaña de recolección de $PM_{2,5}$ en un sector continental intertropical del Valle de Sartenejas, ubicado al sur de la Gran Caracas (Venezuela) a una altitud entre 1200- 1400 msnm. El Valle ocupa 96 ha de las cuales 45 son plantaciones con alta densidad de bosque de pinos, bosque nativo, matorrales secundarios y sabana con arbustos diversos. Su paisaje urbano está dominado por un campus universitario con entrada y salida constante de vehiculos particulares y autobuses universitarios. En este sector se percibe un aire limpio por estar rodeado de espacios naturales, aunque a una distancia de 2 km al noroeste circula una autopista con alto tránsito vehicular, por ser la vía de salida hacia el occidente del país y, a 3.5 km al sureste una zona industrial-residencial. Los alrededores del Valle de Sartenejas se han venido urbanizando presentando alto tráfico vehicular a sus alrededores.

La meteorología del lugar señala que la temperatura media anual es de 22°C (± 0,5) con temperatura mínima anual de 17°C (± 0,5) y la máxima de 28°C (± 0,5). Los vientos prevalentes son del sureste con velocidad promedio del viento de 2 m.s-1 y 44,3% de vientos de calma. El patron de lluvia señala una clara época de lluvia entre mayo-noviembre y una época de sequia entre diciembre-abril (Goldbrunner, 1984).

Equipo y período de muestreo

Se recolectaron 12 muestras de $PM_{2,5}$ en 6 semanas, entre el 30 de junio al 23 de julio y el 17 de septiembre al 6 de octubre de 2018. Se usó un muestreador de bajo volumen dicotómico (Partisol 2000i-D Dichotomous Ambient Sampler) que opera a caudal constante de 15,0 $L.min^{-1}$. El equipo cuenta con sensores para monitorear la temperatura ambiente y la presión atmosférica, las cuales se utilizan para regular el caudal (Thermo Fisher Scientific Inc., 2011). El equipo está instalado a una altura de 9 m, para asegurar que el material particulado sea representativo del aire del sector (coordenadas UTM 10.412352 y –66.883558 m). La Figura 1 muestra la ubicación de la estación de muestreo y la localización del sector de estudio en una región continental intertropical de Latinoamérica.

Con el objeto de indagar la posible influencia de la actividad antropogénica sobre la caracterización morfológica y química del material particulado, se diferencia entre dias de semana y fines de semana. Los tiempos de recolección de muestras (TdR) fueron de 48 h (sábado-domingo) y de 100 h (lunes-viernes). Se usaron filtros de membrana PTFE (politetrafluoretileno, conocido comercialmente como teflón- CF_2) de 46,2 mm de diametro con anillo de soporte.

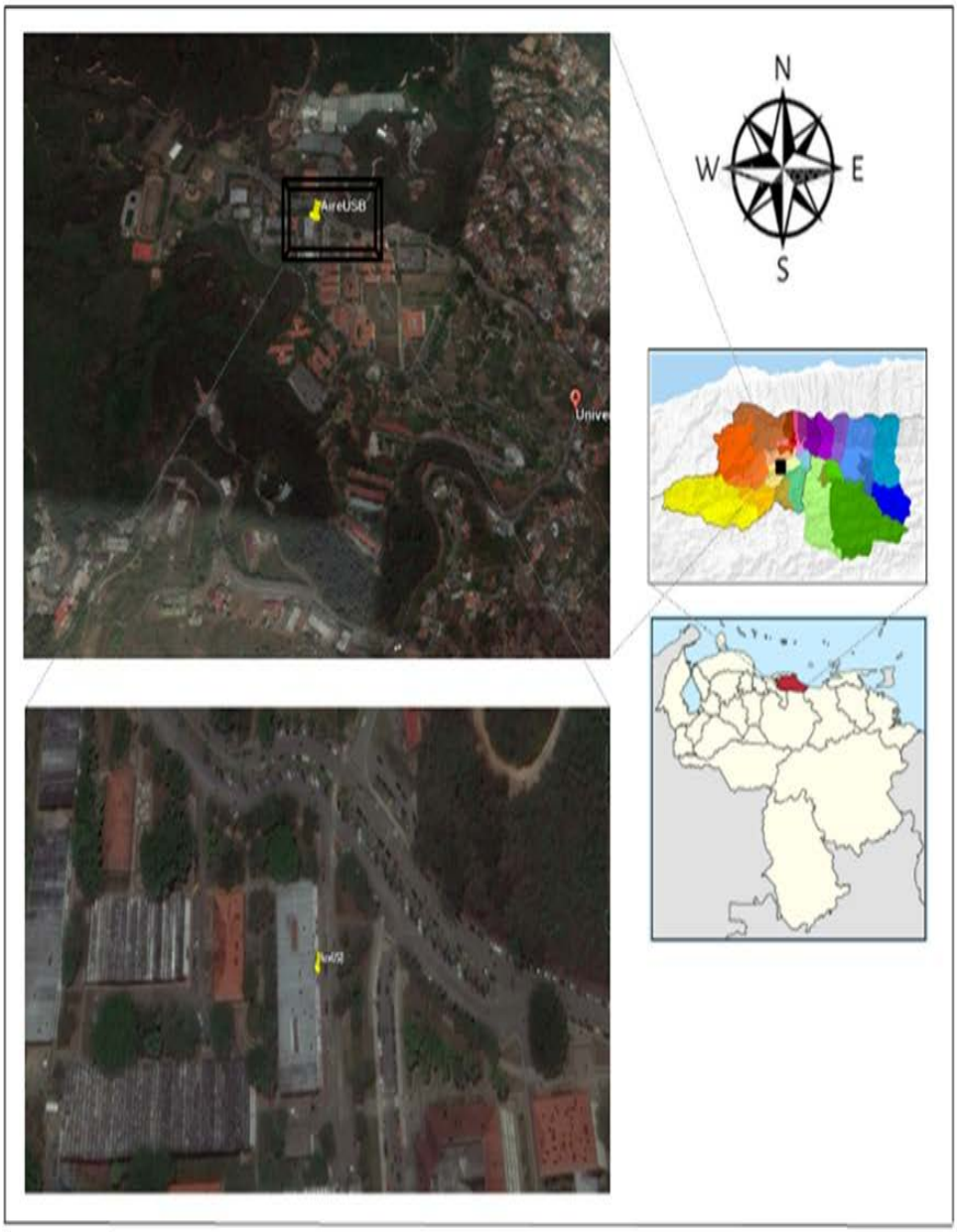


Figura 1. Localización de la estación de muestreo en la región continental intertropical de Latinoamérica

Análisis de microscopía electrónica.

La microscopía electrónica de barrido (Scaning Electron Microcopy- SEM-EDS) se realizó con un equipo JEOL modelo JSM6390 usando un bombardeo de electrones con un voltaje de 30 kV y magnificaciones de imagen de X1000 y X500. Las muestras se sujetaron con cintas adhesivas de carbón, se introdujeron en el microscopio a condiciones de vacío y se hizo incidir un haz de electrones sobre la muestra. Adicionalmente se utilizó un detector marca Oxford Instruments para el análisis por espectrometría de dispersión de rayos X EDS (Energy-Dispersive X-Ray Spectroscopy) usando el software Inca, que provee información sobre la composición elemental de partículas puntuales presentes en las muestras. El software procesa los espectros de rayos X producidos por el barrido de electrones, en lugares puntuales de las micrografías, en función de la energía de los niveles atómicos de los elementos detectados. Posteriormente se integran los picos encontrados y se normalizan respecto al elemento de mayor intensidad, y así se obtiene la composición elemental de cada partícula analizada (Yue et al., 2006). Se consideró la composición elemental de un filtro vacío como blanco para establecer que está compuesto por CF_2.

Análisis de espectroscopia de infrarrojo.

Se usó la espectroscopía infrarroja de reflexión total atenuada - transformada de Fourier (ATR-FTIR), en equipo Thermo Nicolet, modelo iS5 con cristal de ZnSe, para identificar en el material particulado, las señales (picos) representativas de grupos funcionales químicos de compuestos orgánicos e inorgánicos. Los espectros de absorción se adquirieron en el intervalo de 4000-600 cm^{-1}, con una resolución de 4 cm^{-1} y, en promedio 200 escaneos. Asimismo, se usó el espectro de un filtro en blanco para sustraer dicho espectro a cada muestra analizada. El procesamiento de los espectros se realizó con los softwares *Omnic* 7.3 (*Thermo Nicolet*) y *Spectragryph 1.2.*

Análisis de datos.

La discusión de los resultados de SEM-EDS y FTIR se lleva a cabo bajo un enfoque cualitativo.

Preparación de las muestras.

Cada filtro con muestra se corta en dos partes, una de esas partes se vuelve a dividir en dos trozos iguales (~$2cm^2$) y cada trozo se utiliza en uno de los dos análisis. Los trozos de filtros se mantienen en el desecador por 24 horas antes del momento del análisis.

RESULTADOS

Análisis elemental y morfológico

Se analizaron ±200 partículas en el trozo de filtro por medio de microscopia electrónica de barrido. Se encontró que los elementos de mayor abundancia relativa son el C, O y Si, hallandose en menor proporción los elementos Ca, Al, Mg, S, Cl, Fe, K, y Ti.

La morfología predominante en las partículas analizadas es la típica de partículas carbonosas (*black carbon* en inglés), cuyo origen está asociado a fuentes antropogénicas, mayoritariamente a emisiones de combustión de diesel. Este tipo de partículas se presentan como aglomerados que vistos de forma individual son esferoides extremadamente finos (ver Fig. 2). Estudios realizados en áreas con tránsito vehicular relacionan esta morfología con emisiones de vehículos automotores que usan diésel como combustible (Shi et al., 2003; Yue et al., 2006; Aragón-Piña, 2011; Labrada, 2006; Gasca, 2007; Duarte, 2010). La inhalación de altas concentraciones de este tipo de partículas representan un riesgo para la salud humana al ser vinculadas con afecciones pulmonares y/o cardíacas (Dockery et al., 1996; Pope et al., 2002; CE, 2004). El transporte público que circula en las vías aledañas al Valle de Sartenejas mayoritariamente utiliza diesel como combustible.

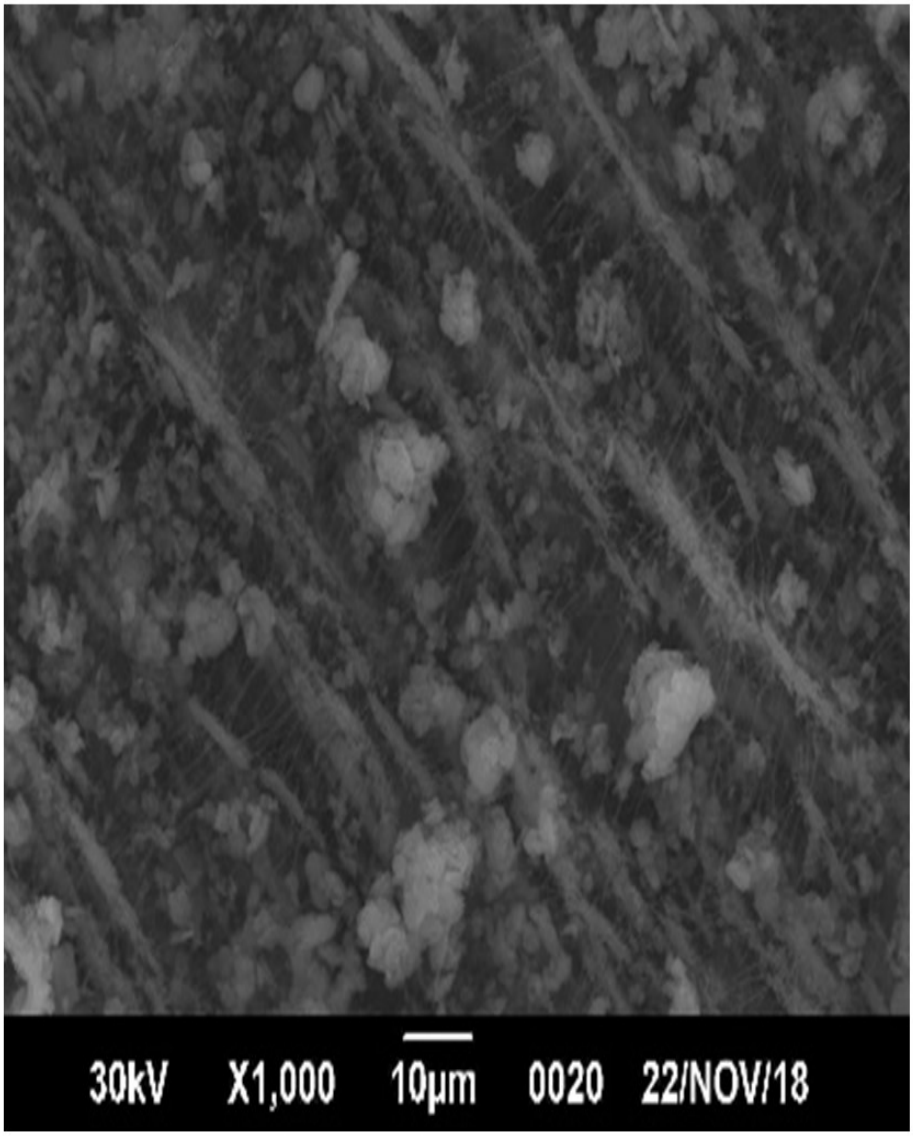


Figura 2. Micrografía de $PM_{2,5}$ en forma de aglomerados esféricos ricos en carbono

Otro elemento que presentó una alta abundancia relativa es el silicio. Este elemento se encuentra presente en la corteza terrestre en forma de silicatos y, su procedencia probablemente viene por la composición de los suelos (Giuliani et al., 2017). Los suelos también son fuentes de Al, Ca, Fe, Mg y O producto de la erosión y el viento (Aragón-Piña, 2011).

Grupos de minerales como carbonatos, sulfatos y óxidos se identificaron en las muestras. En el caso de los carbonatos su morfología en forma de cubo (ver Fig. 3) indica que provienen de minerales como la calcita y la dolomita ($CaCO_3$ y $CaMg(CO_3)_2$) y, en este caso, se asocian a una fuente natural al no haber identificado actividades de construcción en el lugar de muestreo (Aragón-Piña, 2011).

El carbonato de calcio ($CaCO_3$) reacciona con el ácido sulfúrico (H_2SO_4) formado en el aire (producto de la interacción entre la humedad y el dióxido de azufre presente en el ambiente), para generar partículas secundarias como sulfatos de calcio ($CaSO_4$). Aproximadamente 40% de las partículas analizadas contienen calcio, carbono y oxígeno, mientras el 15% azufre, calcio y oxígeno. Es razonable sospechar que las muestras tienen sulfatos de calcio, aunque esta hipótesis no fue corroborada morfológicamente.

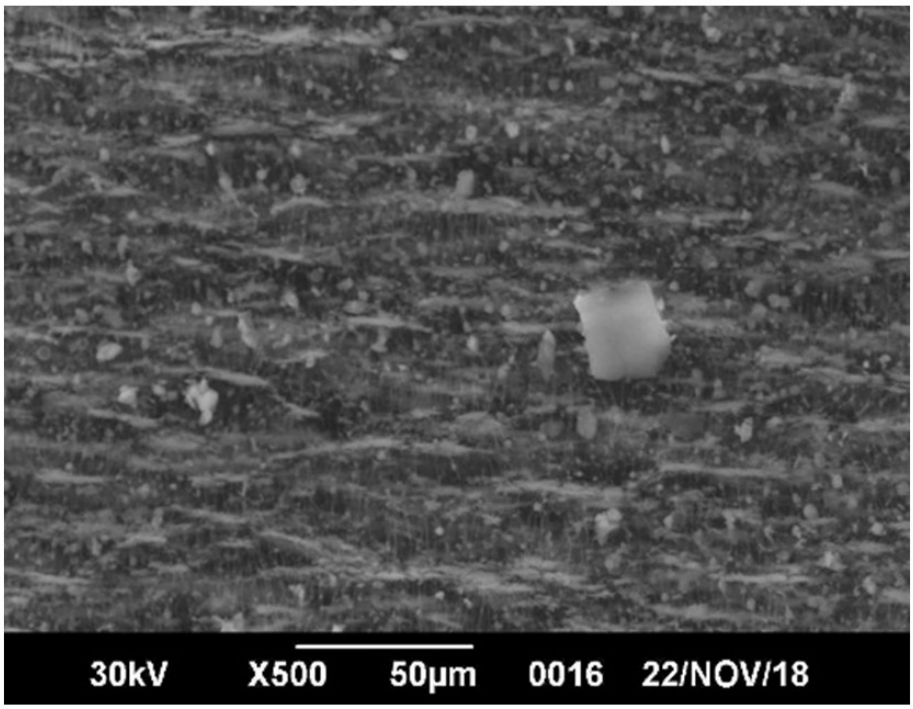


Figura 3. Micrografía de PM_2, de partícula en forma de cubo asociada a carbonato de calcio

El 10% de las partículas analizadas presentan titanio (Ti). Estudios realizados en la ciudad de Querétaro (Gasca, 2007) y en la Zona Metropolitana del Valle de México (Labrada, 2006) indican que las partículas de Ti se vinculan con fuentes antropogénicas (específicamente, uso de aerosoles en pintura y/o soldaduras) y corresponden a óxidos de titanio con forma esférica. La campaña de muestreo coincidió con actividades de latonería y pintura en el campus producto de una actividad docente.

El análisis de SEM-EDS demostró la presencia de partículas con morfología irregular. Yue et al. (2006) asocian la morfología irregular a partículas biológicas como fragmentos de polen o esporas. Estas partículas probablemente provienen de las 45 ha de áreas verdes localizadas en el Valle de Sartenejas. Otras partículas no identificadas presentan un área superficial alargado (ver Fig. 4), las cuales se vinculan con aerosoles provenientes de reacciones atmosféricas secundarias (Shi et al., 2003). Esta morfología alargada incrementan la interacción de las partículas con el tejido pulmonar, pudiendo ocasionar un mayor daño a los pulmones (Huda at al., 2018)



Figura 4. Micrografía de $PM_{2,5}$ con área superficial alargado

En las muestras analizadas el SEM-EDS no identificó partículas asociadas a metales como Cd, Mn, Pb, Cr, Cu, Ni, los cuales han sido asociados al material particulado por diferentes autores (Giuliani et al. 2017; Huda et al. 2018; Ordóñez–Aquino y Sánchez–Ccoyllo, 2018). La presencia de estos metales en el aire se asocia a riesgo con la salud (US EPA, 2018).

Análisis espectroscópico de FTIR.

Se analizaron las 12 muestras recolectadas más el filtro de PTFE en blanco (ver Fig. 5) con espectroscopia de FTIR. El espectro del filtro en blanco presentó dos bandas intensas en la región de 1000-1300 cm^{-1} asociadas al estiramiento de los enlaces C-F, así como picos de menor intensidad alrededor de 640 cm^{-1}. Adicionalmente, exhibió un par de señales en el intervalo 2800-3000 cm^{-1}, que no se muestra en la figura.

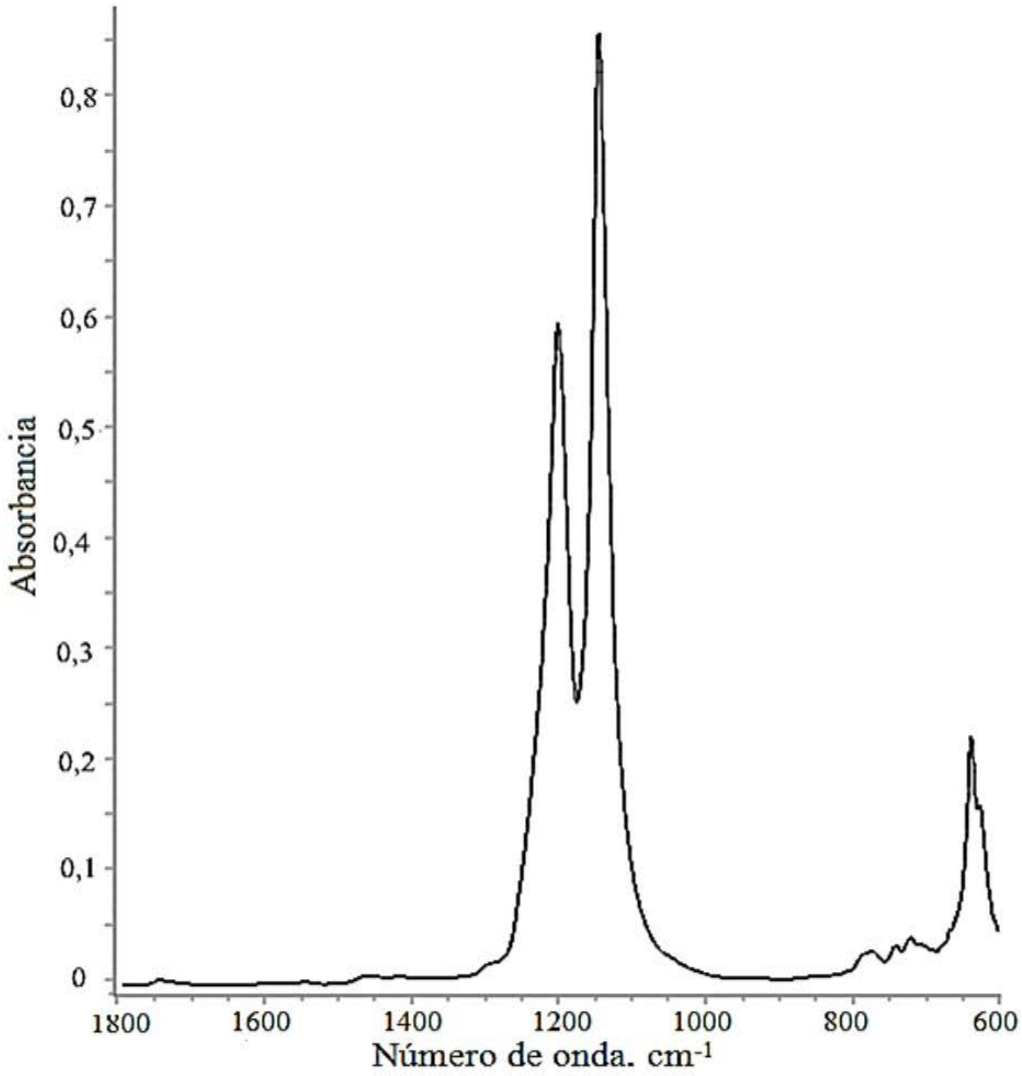


Figura 5. Señales mostradas por el FTIR del filtro de PTFE en blanco.

La Figura 6 y Figura 7 muestran en el mismo gráfico espectros representativos de las muestras para los TdR: 48 h y 100 h, frecuencia de absorción 2000- 600 cm^{-1} y 4000- 2800 cm^{-1}, respectivamente. Las señales (picos) identificadas para ambos TdR son equivalentes, lo que indica que no hay diferencias entre los grupos funcionales encontrados para los dias entre semana (lunes a viernes) y los fines de semana (sábado y domingo). En ambas figuras se observa mayor intensidad en las señales del espectro de 100 h, debido a que para este TdR hay mayor concentración de las especies (ley de Beer-Lambert).

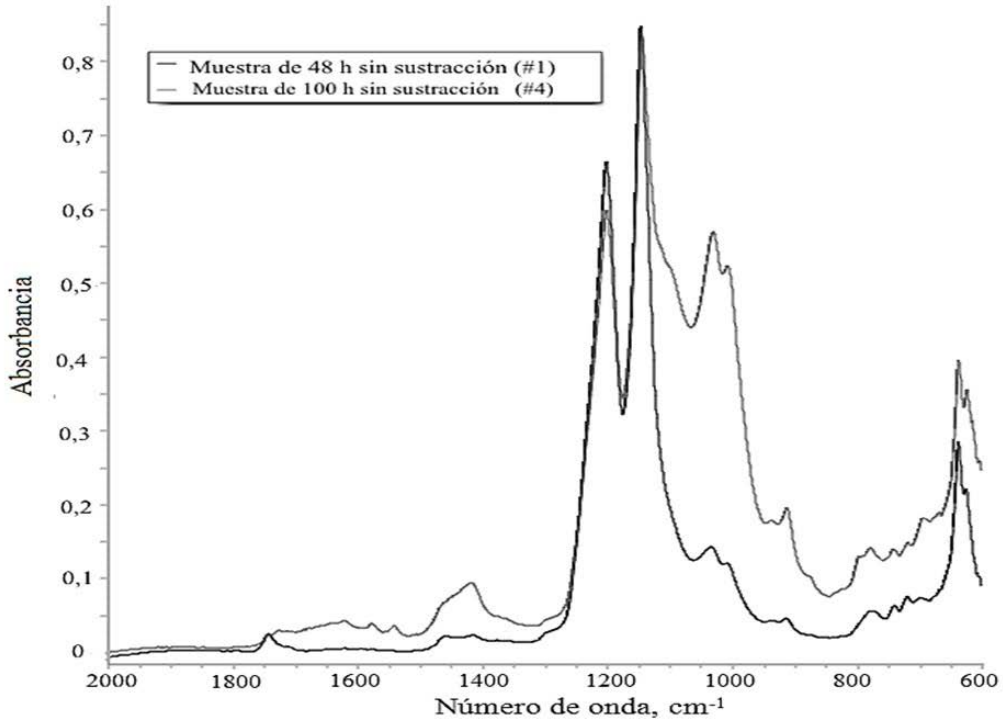


Figura 6. Comparación entre los espectros de muestras representativas para 48 h y 100 h en el intervalo de 2000-600 cm^{-1}.

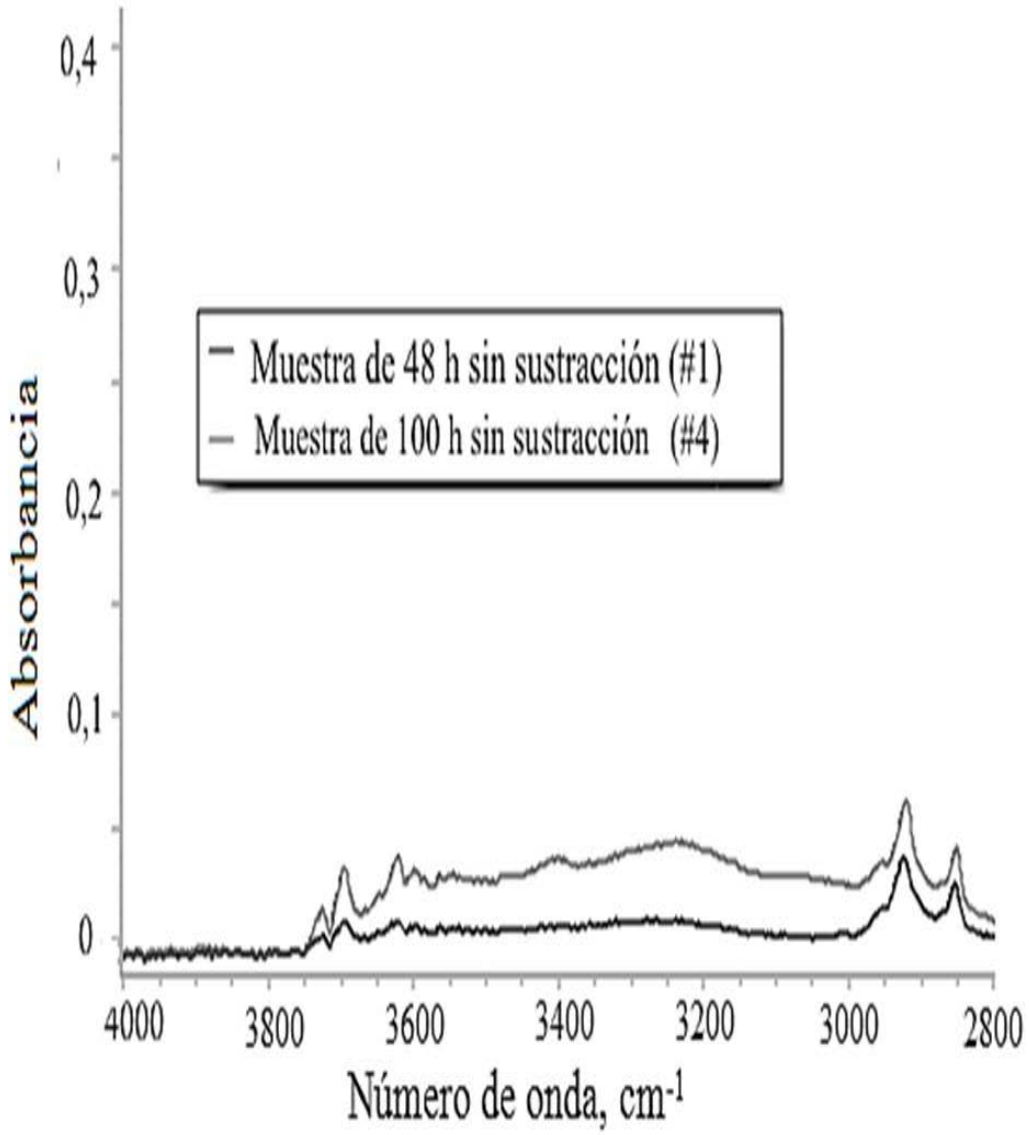


Figura 7. Comparación entre los espectros de muestras representativas para 48 h y 100 h en el intervalo de 4000-2800 cm^{-1}.

Los espectros de FTIR de las muestras presentan numerosos picos en frecuencias correspondientes a grupos funcionales orgánicos e inorgánicos como carbonilos, enlaces C-H alifáticos, hidroxilos, silicatos y nitratos (ver Fig. 8- 9).

La banda de absorción localizada en 1031 cm^{-1} (Fig. 8) fue visible en todos los espectros y se atribuye al estiramiento asimétrico de los enlaces O-Si-O en el ion silicato SiO_4^{4-} (Allen et al., 1994; Maria et al., 2002, 2003; Shaka' y Saliba, 2004), el cual exhibe también absorciones más débiles para 780 y 800 cm^{-1}, producto de la vibración por la deformación del enlace O–Si–O (Cunningham et al., 1974; Shaka' y Saliba, 2004).

El pico observado alrededor de 1010 cm^{-1} (Fig. 8) se asocia al mineral caolinita ($Al_2(OH)_4(Si_2O_5)$), la cual es un componente importante de las particulas de polvo y ha sido detectada frecuentemente en muestras de $PM_{2,5}$ (Senthil y Rajkumar, 2013), aunque mayoritariamente se encuentra en la fracción gruesa de PM (Reff et al., 2005). A su vez, las bandas de absorción en el rango 3500- 3750 cm^{-1} (Fig. 9) también son características de la caolinita y son producto de las vibraciones de estiramiento de los OH en la estructura del mineral (Saikia y Parthasarathy, 2010). Las absorciones alrededor de 940- 914 cm^{-1} (Fig. 8) pueden asociarse a las vibraciones de los hidroxilos y los enlaces Al-(OH) de la caolinita (Shaka' y Saliba, 2004; Saikia y Parthasarathy, 2010; Senthil Kumar y Rajkumar, 2013; Anıl et al., 2014). La inhalación del polvo mineral de caolinita durante periodos prolongados ha sido asociada al desarrollo de pneumonoconiosis (comúnmente conocida como caolinosis). Esta enfermedad se caracteriza por la presencia de opacidades redondeadas en los pulmones (Ross et al. 1993).

El pico en 1620-1650 cm^{-1} (Fig. 8) se encuentra en la mayoría de los espectros y puede deberse al estiramiento del enlace OH proveniente del agua adherida a las partículas de aerosol (Reff et al. 2005). Las vibraciones observadas en 1720-1760 cm^{-1} se atribuyen al grupo funcional carbonilo presente en aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos, cuya absorción se reporta en el rango de 1640-1850 cm^{-1} y, generalmente, alcanzan el máximo en 1714- 1720 cm^{-1} (Allen et al. 1994; Reff et al. 2005; Coury y Dillner, 2009).

Los grupos nitro alifáticos absorben más fuertemente alrededor de 1540- 1570 cm^{-1} (Fig. 8) y se presentan en el 58% de las muestras. Los grupos nitro aromáticos están alrededor de 1500- 1530 cm^{-1} y el 25% de las muestras presentaron esta absorbancia (Akhter et al., 1984; Allen et al., 1994; Weakley et al., 2016). Las absorciones de sales de amonio son fuertes en el rango de 1250-1540 cm^{-1}, generalmente alcanzando máximos entre 1410- 1435 cm^{-1} (Allen et al., 1994), estas absorciones se observan en todos los espectros entre 1417-1422 cm^{-1}. Otro pico importante es 825-835 cm^{-1}, el cual corresponde con el reportado para el ion nitrato (Allen et al., 1994; Reff et al., 2005), el cual se forma a partir de la foto-oxidación de óxidos de nitrógeno (NO_x) y se relaciona con emisiones vehiculares (Senthil Kumar y Rajkumar, 2013; Ji et al., 2015).

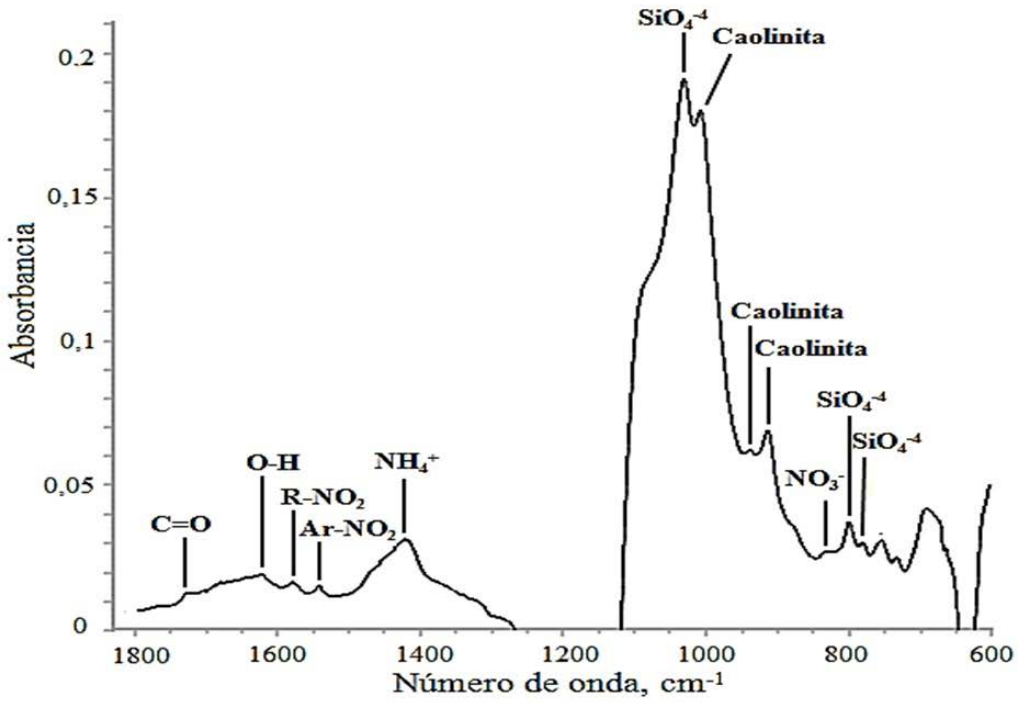


Figura 8. Espectro de muestra representativa y señales identificadas para números de onda entre 1800-600 cm^{-1}

Las absorciones en el rango 2800-3000 cm^{-1} (Fig. 9) son características de los hidrocarburos alifáticos, provenientes del estiramiento simétrico y asimétrico del grupo metileno (CH_2): par de señales alrededor de 2924- 2853 cm^{-1} (Allen et al., 1994; Maria et al., 2002; Shaka' y Saliba, 2004; Reff et al., 2005). Tales bandas se presentaron en el 50% de los espectros analizados. No se tienen evidencias claras de los posibles efectos de los hidrocarburos alifáticos sobre la salud.

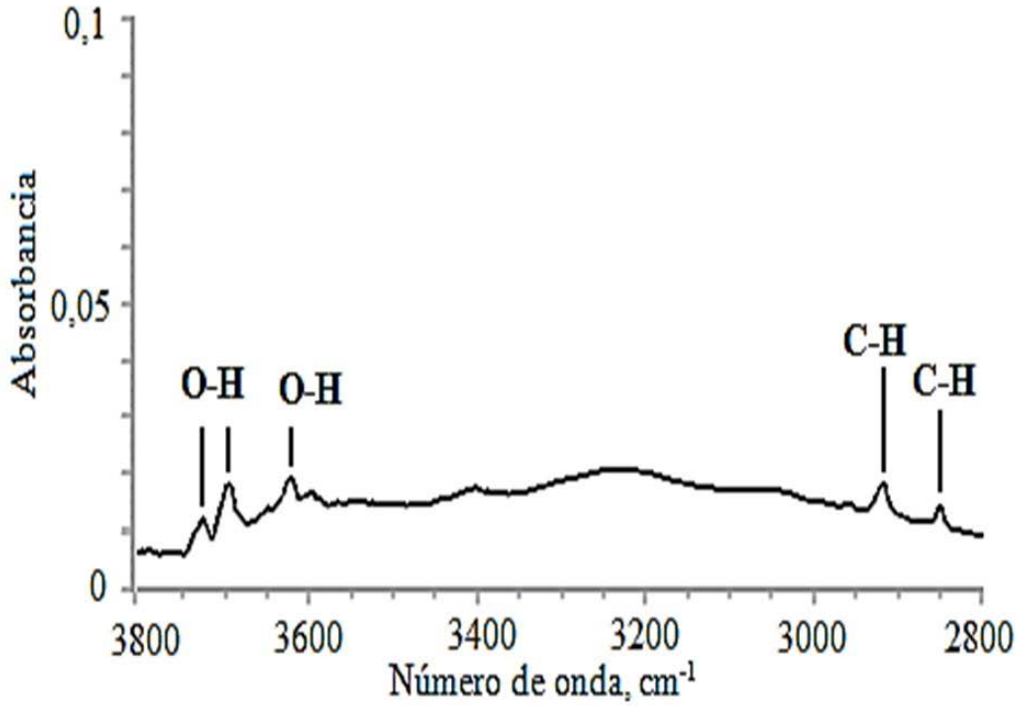


Figura 9. Espectro de muestra representativa y señales identificadas para números de onda entre 3800-2800 cm^{-1}

Investigaciones previas han reportado la presencia de sulfatos (SO_4^{-2}) en aerosoles, el cual se forma en la atmósfera por foto-oxidación del dióxido de azufre (Seinfeld y Pandis, 2016). Este ion se caracteriza por su absorción en los rangos de 612- 618 cm^{-1} y 1103- 1135 cm^{-1} (Allen et al., 1994; Blando et al., 1998; Maria et al., 2002, 2003; Yu et al., 2018). Pero, las absorciones relativas a sulfatos coinciden con el rango de absorción del filtro de PTFE.

La Tabla 1 resume los principales grupos funcionales identificados mediante el análisis de FTIR-ATR.

Grupo funcional	Frecuencia absorción (cm^{-1})	Referencias
Hidrocarburos alifáticos (C-H)	2800-3000	(Maria et al, 2002, 2003; Reff et al, 2005)
Carbonilo (C=O)	1640-1850	(Allen et al, 1994; Maria et al, 2003)
Hidroxilo (O-H)	1620-1650, 3500-3750	(Allen et al, 1994; Reff et al, 2005)
Nitrocompuestos alifáticos (R-NO_2)	1540-1570	(Allen et al, 1994)
Nitroaromáticos (Ar-NO_2)	1500-1530	(Akhter et al, 1984; Weakley et al., 2016)
Amonio (NH_4^+)	1410-1435	(Allen et al, 1994; Shaka' y Saliba, 2004)
Silicato (SiO_4^{-4})	1030-1035, 800, 780	(Cunningham et al, 1974; Maria et al, 2002, 2003)
Nitrato (NO_3^-)	825-835	(Allen et al, 1994; Blando et al, 1998)

CONCLUSIONES

A partir del análisis de las micrografías se determinó que el $PM_{2,5}$ recolectado en una región continental intertropical de latinoamérica, localizada en el Valle de Sartenejar en la Gran Carcas, Venezuela, está compuesto principalmente de elementos de C, O y Si. Se observó que la morfología predominante corresponde a aglomerados esféricos de partículas carbonosas, la cual está asociada a fuentes antropogénicas como las emiones por diesel provenientes del tráfico vehicular. Asi mismo, también se evidenció presencia de partículas vinculadas a fuentes naturales (minerales) posiblemente porque la estación de muestreo está rodeada de áreas naturales.

La caracterización del PM2,5 por medio del microscopico electronico de barrido permitió establecer la no presencia de metales en esa fracción de tamaño de particula, aun cuando, la presencia de partículas con áreas superficiales alargadas presentes en las muestras pueden causar daño a los pulmones.

El análisis de los espectros infrarrojos permitió identificar grupos funcionales orgánicos e inorgánicos, como carbonilos (C=O), hidrocarburos alifáticos (C-H), hidroxilos (-OH), así como, iones silicato (SiO_4^{4-}), nitrato (NO_3-) y amonio (NH4+). La presencia de señales relacionadas a nitratos y amonios relacionan la composición del material particulado con emisones vehicuares. La caracterización del $PM_{2,5}$ por medio de la espectroscopia infrarroja de Fourier permitió establecer la presencia de caolinita la cual está asociada a la caolinosis.

Este estudio contribuye al conocimiento de la naturaleza y caracterización morfo-química del material particulado fino y su importancia radica en que ciertos aspectos sobre impactos a la salud humana del material particulado y de contaminantes atmosféricos requieren mayor investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akhter, M.S., Chughtai, A.R. y Smith, D.M., 1984, "Reaction of hexane soot with nitrogen dioxide/nitrogen oxide (N_2O_4)", *The Journal of Physical Chemistry*, Vol. 88, pp. 5334–5342.

Allen, D.T., Palen, E.J., Haimov, M.I., Hering, S.V., Young, J.R., 1994, "Fourier Transform Infrared Spectroscopy of Aerosol Collected in a Low Pressure Impactor (LPI/FTIR): Method Development and Field Calibration", *Aerosol Science and Technology*, Vol. 21, pp. 325–342.

Anıl, I., Golcuk, K. y Karaca, F., 2014, "ATR-FTIR Spectroscopic Study of Functional Groups in Aerosols: The Contribution of a Saharan Dust Transport to Urban Atmosphere in Istanbul, Turkey", *Water, Air, & Soil Pollution*, Vol. 225.

Aragón-Piña, A., 2011, *¿Cómo son las partículas atmosféricas antropogénicas y cuál es su relación con los diversos tipos de fuentes contaminantes?*, Groppe Libros, San Luis Potosí.

Blando, J.D., Porcja, R.J., Li, T.-H., Bowman, D., Lioy, P.J., Turpin, B.J., 1998, "Secondary Formation and the Smoky Mountain Organic Aerosol: An Examination of Aerosol Polarity and Functional Group Composition During SEAVS", *Environmental Science & Technology*, Vol. 32, pp. 604–613.

CE Comisión Europea. 2004. "CAFE Working Group on Particulate Matter", Second Position Paper on Particulate Matter April, 234.

Coury, C. y Dillner, A.M., 2009, "ATR-FTIR characterization of organic functional groups and inorganic ions in ambient aerosols at a rural site", *Atmospheric Environment*, Vol. 43, pp. 940–948.

Cunningham, P.T., Johnson, S.A. y Yang, R.T., 1974, "Variations in chemistry of airborne particulate material with particle size and time", *Environmental Science & Technology*, Vol. 8, pp. 131–135.

Dockery, D. y Pope, A., 1996, "Epidemiology of acute health effects: Summary of time-series studied", En Particles in our air: concentration and health effects (Ed. Wilson R. y Spengler J.D.), Harvard University Press, pp. 123-147.

Dominici, F., Peng, R.D., Bell, M.L., Pham, L., McDermott, A., Zeger, S.L., Samet, J.M., 2006, "Fine Particulate Air Pollution and Hospital Admission for Cardiovascular and Respiratory Diseases", *JAMA*, Vol. 295, pp. 1127.

Duarte, A.A., 2010, "Caracterización de partículas de polvo atmosférico de Barcelona y su relación con fuentes naturales y antropogénicas", Trabajo de Grado de Maestría en Ingeniería de Minerales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí.

Gasca, J.M., 2007, "Caracterización por SEM-EDS de aeropartículas antrópicas de la fracción respirable en la ciudad de Querétaro y su relación con fuentes contaminantes", Trabajo de Grado de Maestría en Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro.

Giuliani, D., Orte, M., Martins, E., Matamoros, N., Colman, J., Porta, A., 2017, "Caracterización química y espectroscópica de material particulado en aire extramuros en la ciudad de La Plata y alrededores", IV Congreso Internacional Científico y Tecnológico-CONCYT 2017, Ciudad de la Plata.

Ji, Z., Dai, R. y Zhang, Z., 2015, "Characterization of fine particulate matter in ambient air by combining TEM and multiple spectroscopic techniques – NMR, FTIR and Raman spectroscopy", *Environmental Science: Processes & Impacts*, Vol. 17, pp. 552–560.

Kim, K.-H., Kabir, E. y Kabir, S., 2015, "A review on the human health impact of airborne particulate matter", *Environment International*, Vol. 74, pp. 136–143.

Labrada, D.G., 2006, "Caracterización de partículas del polvo atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de México", Trabajo de Grado de Maestría en Ingeniería de Minerales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí.

Huda, M.N., Hossain, S.A., Islam, M.M. and Islam, M.F. (2018) Chemical and Morphological Characteristics of Particulate Matter Suspended in the Air of the Dhaka University Area of Bangladesh. Open Journal of Air Pollution, 7, 95-106. https://doi.org/10.4236/ojap.2018.72005

Maria, S. F., Russell, L. M., Turpin, B. J., & Porcja, R. J. (2002). FTIR measurements of functional groups and organic mass in aerosol samples over the Caribbean. *Atmospheric Environment*, *36*(33), 5185-5196.

Maria, S.F., Russell, L.M., Turpin, B.J., Porcja, R.J., Campos, T.L., Weber, R.J., Huebert, B.J., 2003, "Source signatures of carbon monoxide and organic functional groups in Asian Pacific Regional Aerosol Characterization Experiment (ACE-Asia) submicron aerosol types", *J. Geophys. Res*, Vol. 108.

O'Connor, G.T., Neas, L., Vaughn, B., Kattan, M., Mitchell, H., Crain, E.F., Evans, R. et al., 2008, "Acute respiratory health effects of air pollution on children with asthma in US inner cities", *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, Vol. 121, pp. 1133–1139.

OMS Organización Mundial de la Salud (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. [Documento en línea]. Disponible: http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf [Consulta: 2014, Noviembre]

Polichetti, G., Cocco, S., Spinali, A., Trimarco, V., Nunziata, A., 2009, "Effects of particulate matter (PM_{10}, $PM_{2.5}$ and PM_1) on the cardiovascular system", *Toxicology*, Vol. 261, pp. 1–8.

Pope, C., Burnet, R. y Thun, M., 2002. "Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long term exposure to fne particulate air pollution", *JAMA*, Vol. 287, pp. 1132–1141.

Pöschl, U., 2005, "Atmospheric Aerosols: Composition, Transformation, Climate and Health Effects", *Angewandte Chemie International Edition*, Vol. 44, pp. 7520–7540.

Reff, A., Turpin, B.J., Porcja, R.J., Giovennetti, R., Cui, W., Weisel, C.P., Zhang, J. et al., 2005, "Functional group characterization of indoor, outdoor, and personal PM2.5: results from RIOPA", *Indoor Air*, Vol. 15, pp. 53–61.

Saikia, B.J., Parthasarathy, G., 2010, "Fourier Transform Infrared Spectroscopic Characterization of Kaolinite from Assam and Meghalaya, Northeastern India", *Journal of Modern Physics*, Vol. 1, pp. 206–210.

Seinfeld, J.H., Pandis, S.N., 2016, *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*. Third edition. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey.

Senthil Kumar, R., Rajkumar, P., 2013, "Characterization of minerals in air dust particles in the state of Tamilnadu, India through ftir spectroscopy", *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, Vol. 13, pp. 22221–22248.

Shaka', H., Saliba, N.A., 2004, "Concentration measurements and chemical composition of PM10-2.5 and PM2.5 at a coastal site in Beirut, Lebanon", *Atmospheric Environment*, Vol. 38, pp. 523–531.

Shi, Y., Ji, Y., Sun, H., Hui, F., Hu, J., Wu, Y., ... & Lanza, M. (2015). Nanoscale characterization of PM 2.5 airborne pollutants reveals high adhesiveness and aggregation capability of soot particles. *Scientific reports*, *5*, 11232.

Shi, Z., Shao, L., Jones, T., Whittaker, A., Lu, S., Bérubé, K., He, T., Richards, R., 2003, "Characterization of airborne individual particles collected in an urban area, a satellite city and a clean air area in Beijing, 2001", *Atmospheric Environment*, Vol. 37, pp. 4097–4108.

Thermo Fisher Scientific Inc. (2011). Partisol 2000i Air Sampler/Partisol 2000i-D Dichotomous Air Sampler Instruction Manual.

Weakley, A.T., Takahama, S. y Dillner, A.M., 2016, "Ambient aerosol composition by infrared spectroscopy and partial least-squares in the chemical speciation network: Organic carbon with functional group identification", *Aerosol Science and Technology*, Vol. 50, pp. 1096–1114.

WHO World Health Organization (2000). Air Quality Guidelines for Europe. Second Edition. [Documento en línea]. Disponible: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf [Consulta: 2013, Noviembre]

Yu, X., Song, W., Yu, Q., Li, S., Zhu, M., Zhang, Y., Deng, W. et al., (2018), Fast screening compositions of $PM_{2.5}$ by ATR-FTIR: Comparison with results from IC andOC/EC analyzers. *Journal of Environmental Sciences*, Vol. 71, pp. 76–88.

Yue, W., Li, X., Liu, J., Li, Y., Yu, X., Deng, B., ... & Hua, W. (2006). Characterization of PM2. 5 in the ambient air of Shanghai city by analyzing individual particles. *Science of the Total Environment*, *368*(2-3), 916-925.

US EPA Regional Screening Levels. https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rslsgeneric-tables-may-016

Goldbrunner A.W. (1984). Atlas climatológico de Venezuela 1951-70. Servicio de Meteorología y Comunicaciones de la Fuerza Aérea Venezolana. Maracay, Venezuela, 132 pp.

Ross, M., Nolan, R. P., Langer, A. M., and Cooper, W. C.: Health effects of mineral dusts other than asbestos, in: Cooper in Health Effects of Minerals Dusts, edited by: Guthrie, G. D. and 15 Mossman, B. T., Mineralogical Society of America, Washington DC, 28, 361–407, 1993.

Morantes, G., Pérez, N., Santana, R., & Rincón, G. (2016). Revisión de instrumentos normativos de la calidad del aire y sistemas de monitoreo atmosférico: América Latina y el Caribe. Interciencia, 41(4), 235-242.

Ordóñez-Aquino, C., & Sánchez-Ccoyllo, O. (2018). Caracterización química-morfológica del PM2, 5 en Lima metropolitana mediante microscopía electrónica de barrido (MEB). Acta Nova, 8(3), 397-420.

IMPACTO EN LA SALUD Y EN EL MEDIOAMBIENTE DE LAS MEDIDAS PARA INCENTIVAR LA REDUCCION DEL USO DEL VEHICULO PRIVADO POR LOS TRABAJADORES

RESUMEN / ABSTRACT

Es cada vez más evidente que el creciente consumo de combustibles fósiles a nivel mundial es actualmente el mayor responsable de la contaminación atmosférica en todo el planeta y, como consecuencia, de la alteración del clima por las emisiones de gases de efecto invernadero y del aumento de problemas respiratorios en la población. Uno de los sectores en los que ese consumo es importante y, además, tiene mayores tasas de crecimiento en los próximos años es el transporte, y en particular, el uso del vehículo con motor de combustión interna (VCI). Es por dicho motivo que recientemente varios países, entre ellos España, se están planteando prohibir la circulación de VCI en un futuro cercano (año 2040) y sustituirlos paulatinamente por vehículos de emisión cero, especialmente vehículos eléctricos (VE).

Para colaborar en reducir las emisiones contaminantes de VCI, algunas empresas están incentivando la reducción del uso de VCI de los trabajadores para desplazarse hacia/desde sus lugares de trabajo. Estas medidas tienen sin duda un triple impacto a nivel ambiental, económico-social, y también en la salud.

Este trabajo pretende analizar esas medidas y evaluar su impacto, estudiando los casos de tres tamaños de empresa: pequeña (

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Empresas incentivan reducción de VCI
Medidas con impacto ambiental, económico y en salud
Uso de Vehículos Eléctricos

AUTORES / AUTHORS

Lázaro Vicente Cremades Oliver
Universitat Politècnica de Catalunya
lazaro.cremades@upc.edu
Milena Elizabeth Gómez Yepes
Universidad del Quindío
milenagomez@uniquindio.edu

INTRODUCCIÓN

Es cada vez más evidente que el creciente consumo de combustibles fósiles a nivel mundial es actualmente el mayor responsable de la contaminación atmosférica en todo el planeta (Ritchie & Roser, 2019). Como resultado, entre otras consecuencias, existe una alteración del clima por las emisiones de gases de efecto invernadero y un aumento de los problemas respiratorios en la población. Uno de los sectores en los que ese consumo es importante (Zhang & Batterman, 2013) y, además, tiene mayores tasas de crecimiento en los próximos años es el transporte, y en particular, el uso del vehículo con motor de combustión interna (en adelante, VCI) (Walton, 2019).

Y dentro del sector transporte, el tráfico terrestre, especialmente por carretera, representa casi tres cuartas partes del total, siendo los automóviles responsables del 43,9% de todas las emisiones derivadas del transporte en la Unión Europea (Villarreal, 2018). En España, el transporte es el responsable de más del 26% de las emisiones causantes del cambio climático, y del 42% de las de óxidos de nitrógeno (NO_X) (Cerrillo, 2019).

Es por dicho motivo que recientemente varios países, entre ellos España, se están planteando prohibir la circulación de VCIs en un futuro cercano y sustituirlos paulatinamente por vehículos de emisión cero, especialmente vehículos eléctricos (VE). En el caso de España, la propuesta la ha presentado el Ministerio de Transición Ecológica en un borrador de ley para cumplir sus compromisos en materia de reducción de emisiones. Los objetivos que marca el borrador de ley para 2030 son rebajar un 20% las emisiones de CO_2 respecto a 1990 y que para entonces la generación de electricidad provenga al menos en un 70% de fuentes renovables. Además, la propuesta incluye vetar la venta de VCI (diésel, gasolina e híbridos) en 2040 y prohibir su circulación en 2050. Esta propuesta es similar a la de Reino Unido o Francia, que también ha anunciado que prohibirá la venta de VCI en 2040. Dinamarca, Irlanda, Alemania y Holanda quieren hacerlo en 2030 y Noruega en 2025 (ElDiario.es, 2018)

Algunas voces, como por ejemplo la asociación *Transport & Environment*, advierten que, para que todos los coches sean eléctricos en 2050, las ventas de VCI deberían cesar mucho antes de 2040. Incluso cesando las ventas en 2035, sería complicado garantizar que en 2050 todo el parque automovilístico de la Unión Europea se componga de VE (Villarreal, 2018).

Por otra parte, la movilidad al trabajo representa el motivo más importante por el que se desplazan las personas. En España representa casi el 40% de la movilidad en un día laborable, y en un gran porcentaje se hace en vehículo privado (que es un VCI). Además, esta movilidad se concentra especialmente en ciudades y grandes áreas metropolitanas, por lo que sus habitantes sufren los efectos externos que produce: congestión, contaminación, accidentes, ruido, ocupación de espacio por los vehículos, consumo energético, etc. (APTEMUS, 2016).

Desde principios del siglo XX, las empresas han ido localizándose paulatinamente más alejadas de los centros urbanos. Los centros de trabajo generan un tráfico denso cuando los empleados van y vienen del trabajo, que se caracteriza por ocurrir siempre en los mismos intervalos de tiempo por las mañanas y por las tardes.

Por otra parte, la congestión de tráfico afecta al transporte de mercancías, lo que supone pérdidas de productividad de los empresarios, a los transportes públicos, que se convierten en lentos e irregulares y a los trabajadores, cuyos automóviles aumentan el consumo de combustible. También supone un coste importante el tener que destinar suelo urbanizable a zonas de aparcamiento. Afecta al empresario las horas que los trabajadores no cumplen la jornada laboral debido a accidentes de tráfico (ISTAS, 2019).

Según la estadística de accidentes de trabajo en España en 2017, hubo 81.524 con baja que ocurrieron *in itinere*, lo que supone un aumento de 5,6% respecto a 2016 (MITRAMISS, 2017). De ese número, 50.475 fueron accidentes de tráfico que requirieron la baja del trabajador (40,7 días de media) y entre ellos hubo 120 fallecidos en el desplazamiento de un punto al trabajo, o viceversa (MITRAMISS, 2017; PADIGITAL, 2019).

En España, el Ministerio del Interior desde la Dirección General de Tráfico y el Ministerio de Trabajo desde Inspección de Trabajo, trabajan para conseguir reducir la siniestralidad laboral vial, uno promoviendo la importancia de los planes de seguridad vial en las empresas, y el otro ejerciendo una labor de control sobre las mismas. Entre los incentivos para el desarrollo e implantación de estos planes hay que destacar el 'Bonus Prevención' y ciertas medidas contempladas dentro del 'Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020' del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (EUROPREVEN, 2018).

Para colaborar en reducir las emisiones contaminantes de los VCIs, algunas empresas están incentivando económicamente la reducción del uso de VCI de los trabajadores para desplazarse hacia/desde sus lugares de trabajo. Estas medidas tienen sin duda un triple impacto a nivel ambiental, socioeconómico, y también en la salud.

METODOLOGÍA

Este trabajo pretende analizar las posibles medidas que disponen las empresas para incentivar la reducción del uso de VCI de los trabajadores y evaluar su impacto, estudiando los casos de tres tamaños de empresa: pequeña (<50 trabajadores), mediana (<250 trabajadores) y grande (>250 trabajadores).

Como datos de base, utilizaremos los resultados de una encuesta de PageGroup llevada a cabo a más de 12500 trabajadores en Europa, de los cuales 1338 residen en España (PageGroup, 2016; Page, 2016). Según dicha encuesta, el 56% de los trabajadores españoles tarda más de media hora en llegar a su puesto de trabajo, con un promedio de 36 minutos por trayecto. El 63% utiliza su vehículo privado para ir al trabajo, y un 89% viaja solo.

El 52% de los encuestados no trabajan y viven en la misma ciudad. El 40% de los trabajadores que utilizan transporte público dijo que su experiencia es estresante en comparación con el 29% que utiliza el transporte privado (o 35% en el caso de Madrid). El factor que dispara dicho nivel de estrés son los atascos (85%), que en el caso de Madrid afecta al 96% de los trabajadores que se desplazan en su vehículo.

En los Países Bajos, el 21% de los profesionales acceden en bici a su puesto de trabajo, frente a sólo un 5% de los españoles.

Para conocer el parque vehicular en España, usaremos las tablas estadísticas de 2016 elaboradas por la Dirección General de Tráfico (2016). Se sabe que actualmente circulan por las carreteras españolas más de 7 millones de vehículos con más de 10 años de antigüedad. Además, en 2017 la edad media de los turismos implicados en un accidente mortal fue de 13,8 años (ElEconomista.es, 2018).

Para estimar las emisiones de los VCI utilizaremos los factores de emisión de la *European Environment Agency* (2018) para turismos de gasolina y gasoil de tamaño medio, según el método Tier 2, que tiene en cuenta la tecnología o legislación (antigüedad) del vehículo (ver Tabla 1).

Tabla 1. Factores de emisión de los principales contaminantes (en g/km) procedentes de VCI (turismos europeos de gasolina y gasoil) de tamaño medio (EEA, 2018)

Tecnología/Legislación	CO [a]	COV [b]	NO_x [c]	PM [d]
Gasolina				
PRE ECE (hasta 1971)	37,3	2,8	2,53	0,0022
ECE 15/00-01 (1972-1977)	29,6	2,19	2,53	0,0022
ECE 15/02 (1978-1980)	21,7	2,06	2,40	0,0022
ECE 15/03 (1981-1985)	21,1	2,06	2,51	0,0022
ECE 15/04 (1985-1992)	13,4	1,68	2,66	0,0022
Euro 1 - 91/441/EEC (1992-1996)	3,92	0,53	0,485	0,0022
Euro 2 - 94/441/EEC (1996-2000)	2,04	0,251	0,255	0,0022
Euro 3 – 98/69/EEC I (2000-2005)	1,82	0,119	0,097	0,0011
Euro 4 – 98/69/EEC II (2005-2010)	0,62	0,065	0,061	0,0011
Euro 5 – EC 715/2007 (2010-2016)	0,62	0,065	0,061	0,0014
Euro 6 hasta 2016	0,62	0,065	0,061	0,0014
Euro 6 2017-2019	0,62	0,065	0,061	0,0016
Euro 6 2020+	0,62	0,065	0,061	0,0016
Gasoil				
Convencional (hasta 1992)	0,688	0,159	0,546	0,2209
Euro 1 - 91/441/EEC (1992-1996)	0,414	0,047	0,690	0,0842
Euro 2 - 94/441/EEC (1996-2000)	0,296	0,035	0,716	0,0548
Euro 3 – 98/69/EEC I (2000-2005)	0,089	0,020	0,773	0,0391
Euro 4 – 98/69/EEC II (2005-2010)	0,092	0,014	0,58	0,0314
Euro 5 – EC 715/2007 (2010-2016)	0,040	0,008	0,55	0,0021
Euro 6 hasta 2016	0,049	0,008	0,45	0,0015
Euro 6 2017-2019	0,049	0,008	0,35	0,0015
Euro 6 2020+	0,049	0,008	0,17	0,0015

[a] CO = monóxido de carbono; [b] COV = compuestos orgánicos volátiles, expresados como metano; [c] NO_x = óxidos de nitrógeno, expresados como NO_2; [d] PM = material particulado, expresado como $PM_{2.5}$

Como hipótesis de cálculo, supondremos que el 63% de los trabajadores acuden al trabajo en VCI privado y de ellos el 89% lo hace solo, estando los VCIs distribuidos según tipo de combustible y antigüedad en correspondencia con los datos del parque vehicular español de 2016 (Fig. 1). Consideraremos que los VCIs son sólo turismos de gasolina o diesel; no tendremos en cuenta otros tipos de vehículos. Además, asumiremos que el tiempo medio de recorrido de cada trayecto es de 36 minutos a una velocidad media de 60 km/h, es decir, unos 36 km por trayecto.

Por último, estudiaremos los requisitos que debe reunir un plan de movilidad sostenible.

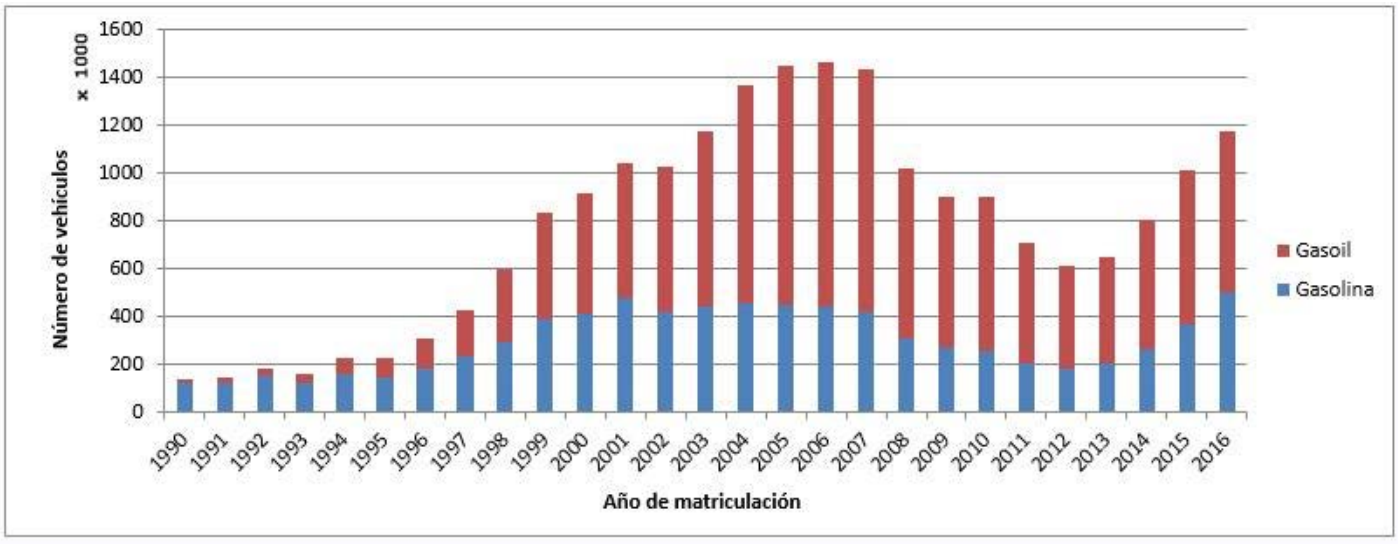


Fig. 1. Parque vehicular de turismos en España (DGT, 2016). Sólo se muestran los vehículos existentes en 2016 matriculados a partir de 1990.

RESULTADOS

Si clasificamos los VCIs del parque vehicular español en función de la tecnología o legislación que cada uno cumple en base a la antigüedad del vehículo, obtenemos los valores que figuran en la Tabla 2. A partir de ellos, por lo tanto, conocemos la proporción de cada clase (última columna de la Tabla 2). Se puede observar que los VCIs de gasoil suman un 57% de todo el parque de turismos.

Tabla 2. Proporción de VCIs en el parque vehicular de turismos

Tecnología/Legislación	Número de VCIs en el parque	Proporción por tipo de combustible (%)	Proporción global (%)
Gasolina			
PRE ECE (hasta 1971)	459797	4,7	2,0
ECE 15/00-01 (1972-1977)	534313	5,4	2,3
ECE 15/02 (1978-1980)	231497	2,4	1,0
ECE 15/03 (1981-1985)	231308	2,4	1,0
ECE 15/04 (1985-1992)	725327	7,4	3,2
Euro 1 - 91/441/EEC (1992-1996)	595090	6,1	2,6
Euro 2 - 94/441/EEC (1996-2000)	1206532	12,3	5,3
Euro 3 – 98/69/EEC I (2000-2005)	2219827	22,6	9,7
Euro 4 – 98/69/EEC II (2005-2010)	1784092	18,2	7,8
Euro 5 – EC 715/2007 (2010-2016)	1832772	18,7	8,0
Total VCIs gasolina	9820553	**43,0**	
Gasoil			
Convencional (hasta 1992)	211981	1,6	0,9
Euro 1 - 91/441/EEC (1992-1996)	261710	2,0	1,1
Euro 2 - 94/441/EEC (1996-2000)	1251024	9,6	5,5
Euro 3 – 98/69/EEC I (2000-2005)	3550448	27,2	15,5
Euro 4 – 98/69/EEC II (2005-2010)	4195036,5	32,2	18,4
Euro 5 – EC 715/2007 (2010-2016)	3568463,5	27,4	15,6
Total VCIs gasoil	13038663	**57,0**	
TOTALES	22859216	100,0	100,0

Asumiendo que esas proporciones se mantienen entre los VCIs de los empleados de las empresas, se pueden estimar las cantidades de contaminantes procedentes de dichos VCIs emitidos durante los trayectos de ida y vuelta de sus casas a sus lugares de trabajo (distancia estimada = 2*36 = 72 km). Los resultados de las emisiones estimadas por jornada laboral aparecen en las Tablas 3 a 5, para los casos de una empresa pequeña, una mediana y una grande: 40, 150 y 300 empleados, respectivamente. Puede verse que las emisiones proceden de un total de 23, 91 y 183 vehículos, respectivamente.

Obsérvese en la Tabla 4 cómo 14 VCIs de gasoil que cumplen Euro 5 contaminan globalmente menos CO, COV y PM que uno fabricado antes de 1992. También puede observarse que los 52 VCIs de gasoil emiten casi tanto NO_x como los 39 VCIs de gasolina, pero la cantidad de PM emitida es 27 veces mayor. Es por dicho motivo que el motor diésel está siendo proscrito, pese a que es más eficiente que el motor de gasolina, y que con la nueva norma Euro 6 ambos motores contaminan de forma similar.

Tabla 3. Emisiones procedentes de los VCIs de los trabajadores en una empresa pequeña de 40 empleados (en g/jornada)

Tecnología/Legislación	Número de VCIs	CO	COVs	NO_x	PM
Gasolina					
PRE ECE (hasta 1971)	0	0,0	0,0	0,0	0,0
ECE 15/00-01 (1972-1977)	1	2131,2	157,7	182,2	0,2
ECE 15/02 (1978-1980)	0	0,0	0,0	0,0	0,0
ECE 15/03 (1981-1985)	0	0,0	0,0	0,0	0,0
ECE 15/04 (1985-1992)	1	964,8	121,0	191,5	0,2
Euro 1 - 91/441/EEC (1992-1996)	1	282,2	38,2	34,9	0,2
Euro 2 - 94/441/EEC (1996-2000)	1	146,9	18,1	18,4	0,2
Euro 3 – 98/69/EEC I (2000-2005)	2	262,1	17,1	14,0	0,2
Euro 4 – 98/69/EEC II (2005-2010)	2	89,3	9,4	8,8	0,2
Euro 5 – EC 715/2007 (2010-2016)	2	89,3	9,4	8,8	0,2
Total VCIs gasolina	10	3965,8	370,7	458,5	1,2
Gasoil					
Convencional (hasta 1992)	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Euro 1 - 91/441/EEC (1992-1996)	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Euro 2 - 94/441/EEC (1996-2000)	1	21,3	2,5	51,6	3,9
Euro 3 – 98/69/EEC I (2000-2005)	4	25,6	5,8	222,6	11,3
Euro 4 – 98/69/EEC II (2005-2010)	4	26,5	4,0	167,0	9,0
Euro 5 – EC 715/2007 (2010-2016)	4	11,5	2,3	158,4	0,6
Total VCIs gasoil	13	85,0	14,6	599,6	24,9
TOTALES	**23**	**4050,7**	**385,3**	**1058,1**	**26,0**

Tabla 4. Emisiones procedentes de los VCIs de los trabajadores en una empresa mediana de 150 empleados (en g/jornada)

Tecnología/Legislación	Número de VCIs	CO	COVs	NO_x	PM
Gasolina					
PRE ECE (hasta 1971)	2	5371,2	403,2	364,3	0,3
ECE 15/00-01 (1972-1977)	2	4262,4	315,4	364,3	0,3
ECE 15/02 (1978-1980)	1	1562,4	148,3	172,8	0,2
ECE 15/03 (1981-1985)	1	1519,2	148,3	180,7	0,2
ECE 15/04 (1985-1992)	3	2894,4	362,9	574,6	0,5
Euro 1 - 91/441/EEC (1992-1996)	2	564,5	76,3	69,8	0,3
Euro 2 - 94/441/EEC (1996-2000)	5	734,4	90,4	91,8	0,8
Euro 3 – 98/69/EEC I (2000-2005)	9	1179,4	77,1	62,9	0,7
Euro 4 – 98/69/EEC II (2005-2010)	7	312,5	32,8	30,7	0,6
Euro 5 – EC 715/2007 (2010-2016)	7	312,5	32,8	30,7	0,7
Total VCIs gasolina	39	18712,8	1687,4	1942,7	4,5
Gasoil					
Convencional (hasta 1992)	1	49,5	11,4	39,3	15,9
Euro 1 - 91/441/EEC (1992-1996)	1	29,8	3,4	49,7	6,1
Euro 2 - 94/441/EEC (1996-2000)	5	106,6	12,6	257,8	19,7
Euro 3 – 98/69/EEC I (2000-2005)	14	89,7	20,2	779,2	39,4
Euro 4 – 98/69/EEC II (2005-2010)	17	112,6	17,1	709,9	38,4
Euro 5 – EC 715/2007 (2010-2016)	14	40,3	8,1	554,4	2,1
Total VCIs gasoil	52	428,5	72,8	2390,3	121,7
TOTALES	**91**	**19141,3**	**1760,2**	**4333,0**	**126,2**

Tabla 5. Emisiones procedentes de los VCIs de los trabajadores en una empresa grande de 300 empleados (en g/jornada)

Tecnología/Legislación	Número de VCIs	CO	COVs	NO_x	PM
Gasolina					
PRE ECE (hasta 1971)	4	10742,4	806,4	728,6	0,6
ECE 15/00-01 (1972-1977)	4	8524,8	630,7	728,6	0,6
ECE 15/02 (1978-1980)	2	3124,8	296,6	345,6	0,3
ECE 15/03 (1981-1985)	2	3038,4	296,6	361,4	0,3
ECE 15/04 (1985-1992)	6	5788,8	725,8	1149,1	1,0
Euro 1 - 91/441/EEC (1992-1996)	5	1411,2	190,8	174,6	0,8
Euro 2 - 94/441/EEC (1996-2000)	10	1468,8	180,7	183,6	1,6
Euro 3 – 98/69/EEC I (2000-2005)	18	2358,7	154,2	125,7	1,4
Euro 4 – 98/69/EEC II (2005-2010)	14	625,0	65,5	61,5	1,1
Euro 5 – EC 715/2007 (2010-2016)	15	669,6	70,2	65,9	1,5
Total VCIs gasolina	80	37752,5	3417,6	3924,7	9,3
Gasoil					
Convencional (hasta 1992)	2	99,1	22,9	78,6	31,8
Euro 1 - 91/441/EEC (1992-1996)	2	59,6	6,8	99,4	12,1
Euro 2 - 94/441/EEC (1996-2000)	10	213,1	25,2	515,5	39,5
Euro 3 – 98/69/EEC I (2000-2005)	28	179,4	40,3	1558,4	78,8
Euro 4 – 98/69/EEC II (2005-2010)	33	218,6	33,3	1378,1	74,6
Euro 5 – EC 715/2007 (2010-2016)	28	80,6	16,1	1108,8	4,2
Total VCIs gasoil	103	850,5	144,6	4738,8	241,1
TOTALES	**183**	**38602,9**	**3562,2**	**8663,5**	**250,3**

Por lo tanto, cada VCI de estos empleados emite diariamente en promedio 211 g CO, 20 g COV, 47 g NO_x y 1,5 g PM, aproximadamente, durante su jornada laboral. Hay que resaltar que entre los COVs, se encuentran algunos de los contaminantes más dañinos para la salud, tales como reconocidos cancerígenos, como p.e. benceno o hidrocarburos aromáticos policíclicos, como el benzo-a-pireno.

Según la OMS, son muchos los efectos a corto y a largo plazo que la contaminación atmosférica puede ejercer sobre la salud de las personas. La contaminación atmosférica urbana aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas, como la neumonía, y crónicas, como el cáncer del pulmón y las enfermedades cardiovasculares. Se calcula que en el mundo mueren 1,3 millones de personas cada año a causa de la contaminación atmosférica urbana (OMS, 2019). Además, la OMS estima que reducir la concentración anual media de PM_{10} de 70 a 20 $\mu g/m^3$, puede evitar un 15% de la mortalidad a largo plazo.

Sabiendo que el número de asalariados del sector privado en España en 2016 sumaban 15.228.200 (INE, 2017), que un 63% acude al trabajo en su vehículo privado, y que ese año hubo unos 50.000 accidentes de tráfico de estos asalariados *in itinere*, podemos estimar que, proporcionalmente, a una empresa de 150 trabajadores, le supone casi 1 trabajador accidentado *in itinere* cada año, con una duración media de como mínimo 40 días de baja.

Así pues, eliminar el uso del VCI privado para acudir al trabajo puede tener implicaciones positivas para la empresa. El diseño de un plan de movilidad sostenible en la empresa debería seguir estas recomendaciones (ISTAS, 2019):

- Fomento del transporte público colectivo, adaptados a las necesidades de las personas que acceden al centro de actividad.
- Mejora de las infraestructuras ciclistas y peatonales.
- Estímulo del uso de la bicicleta ofreciendo servicios suplementarios a los ciclistas.
- Promoción del coche compartido.
- Reducción de la necesidad de desplazamiento entre el domicilio y el centro de actividad, a través de diversas fórmulas como el teletrabajo.

- Gestión de los desplazamientos profesionales (por motivo del trabajo) proporcionando alternativas al automóvil.
- Gestión del espacio destinado al aparcamiento.
- Utilización energéticamente racional del automóvil.

El establecimiento de un plan de movilidad sostenible en la empresa puede permitir, aparte de reducir la contaminación y las implicaciones medioambientales y de salud, disminuir las probabilidades de accidentes de tráfico entre los trabajadores. Y en tal sentido, la empresa puede ser beneficiaria del 'Bonus Prevención', tal y como regula el Real Decreto 231/2017. Con este sistema de incentivos se puede recuperar el 5% de las cuotas abonadas por contingencias profesionales, y hasta el 10 % de las cuotas si existe inversión por parte de la empresa en alguna de las acciones complementarias de prevención de riesgos laborales, como por ejemplo el plan de movilidad y seguridad vial (Mutua Universal, 2019).

CONCLUSIONES

La prohibición de la circulación de VCIs en un futuro cercano en Europa y su sustitución paulatina por vehículos de emisión cero, representa una oportunidad muy valiosa para que las empresas la aprovechen implantando un plan de movilidad sostenible para sus empleados. Este plan permitirá, por un lado, reducir la siniestralidad laboral *in itinere* y beneficiarse del 'Bonus Prevención', con ventajas económicas para la empresa, y, por otro lado, contribuir a reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos, el consumo de combustibles fósiles, la congestión de las carreteras, y los niveles de ruido y de estrés, lo que conllevará beneficios ambientales y en la salud de las personas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APTEMUS, Asociación Profesional de Técnicos de Movilidad Urbana Sostenible (2016). Movilidad al trabajo. GT-5. CONAMA 2016. URL: http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/GTs%202016/5_preliminar.pdf

Cerrillo, A. (2019). “Sánchez mantiene el plan para prescindir del coche de combustión interna en el 2040”. La Vanguardia (22/02/2019). URL: https://www.lavanguardia.com/natural/cambio-climatico/20190222/46621895924/coche-de-combustion-interna-ley-cambio-climatico.html

DGT, Dirección General de Tráfico (2016). Parque de vehículos, distribuidos por provincias y tipos. Año 2016. URL: http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/parque_2016_anuario.xlsx

ElDiario.es (2018). El Gobierno plantea prohibir por ley la venta de coches diésel, gasolina e híbridos en 2040. URL: https://www.eldiario.es/sociedad/Gobierno-plantea-prohibir-coches-combustion_0_835366646.html

ElEconomista.es (2018). La edad media del parque automovilístico español ya supera los 12 años. URL: https://www.eleconomista.es/ecomotor/motor/noticias/8885351/01/18/La-edad-media-del-parque-automovilistico-espanol-ya-supera-los-12-anos.html

EEA, European Environment Agency (2018). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 – Update Jul. 2018.

EUROPREVEN (2018). ¿Por qué necesita mi empresa un plan de movilidad y seguridad vial?. URL: https://www.europreven.es/noticia.php?noticia=429-por-que-necesita-empresa-plan-movilidad-seguridad-vial-

INE, Instituto Nacional de Estadística (2017). España en cifras. URL: https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2017/index.html#22

ISTAS, Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (2019). Planes de movilidad sostenible en empresas. URL: https://istas.net/istas/guias-interactivas/planes-de-movilidad-sostenible-en-empresas

MITRAMISS, Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social (2017). Estadística de Accidentes de Trabajo. Año 2017. URL: http://www.mitramiss.gob.es/estadisticas/eat/eat17/Resumen_resultados_ATR_2017.pdf

Mutua Universal (2019). Bonus Prevención. URL: http://www.bonusprevencion.com/es/que-es-y-como-funciona/presentacion/

OMS, Organización Mundial de la Salud (2019). Los efectos sobre la salud. URL: https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/health_impacts/es/

PADIGITAL (2019). La importancia de contar con un plan de movilidad en la empresa. URL: https://www.padigital.es/prevencion-riesgos/la-importancia-de-contar-con-un-plan-de-movilidad-en-la-empresa-.html

PageGroup (2016). Desplazamientos al lugar de trabajo. URL: https://www.pagepersonnel.es/prensa-estudios/estudios/transport-commute/resultados-de-espa%C3%B1a

Page, M. (2016). Nota de prensa. URL: https://www.michaelpage.es/sites/michaelpage.es/files/10%20OCT%202016.pdf

Ritchie, H.; Roser, M. (2019). Fossil fuels. URL: https://ourworldindata.org/fossil-fuels

Villarreal, D. (2018). 2040 podría ser demasiado tarde para acabar con los coches de combustión interna. URL: https://www.diariomotor.com/noticia/2040-demasiado-tarde-fin-coches-combustion-interna/

Walton, C.M. (2019). Transportation vision and challenges for the future. Industry perspective. URL: https://www.purdue.edu/discoverypark/nextrans/assets/pdfs/Walton%20plenary%20session%200508.pdf

Zhang, K.; Batterman, S. (2013). Air pollution and health risks due to vehicle traffic. Sci. Total Environ. 0: 307-316. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.01.074

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO QUÍMICO EN CURTIDURÍAS DEL QUINDÍO

RESUMEN / ABSTRACT

Desde la perspectiva de la gestión integral del riesgo químico, la industria de las curtiembres se ha caracterizado por presentar niveles altos de contaminación, no solo para el medio ambiente, sino por la exposición de agentes químicos peligrosos para la salud de los trabajadores. En la primera fase del proyecto, se realizó un estudio de tipo descriptivo observacional cualicuantitativo a 20 curtidurías de la ciudad de Armenia, clasificadas según a la cantidad de producción de pieles/mes entre pequeña, mediana y grande, con un total de 410 trabajadores. En el cumplimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, el 85% de las empresas grandes dio un resultado satisfactorio. El 62% de las empresas medianas y pequeñas, tienen un cumplimiento regular. El 100% de las empresas curtidoras desconocen los sistemas integrados de medio ambiente y calidad. La segunda fase del proyecto se realizó la evaluación del riesgo por inhalación mediante el método de INRS a 25 productos químicos más utilizados en los procesos de la ribera, curtido, recurtido y acabado, dando un resultado que, en las empresas pequeñas, tienen un 37.5 % de riesgo muy elevado y un 54% de riesgo moderado. Las empresas grandes dieron un 66% en riesgo muy elevado. Ninguna de las empresas visitadas lleva una gestión integral del riesgo químico que proteja la salud de los trabajadores y el medio ambiente a la hora realizar las labores del curtido, en cuanto a la gestión de la calidad, solo se preocupan en la venta del producto de acuerdo a las exigencias del mercado.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Riesgos químicos
Seguridad en las curtiembres
Sistema Integrado de Gestión

AUTORES / AUTHORS

Milena Elizabeth Gómez Yepes
Universidad del Quindío
milenagomez@uniquindio.edu.co
Juan Fernando Montoya Taborda
Universidad del Quindio
jufemota@hotmail.com
Carlos Arnulfo Mantilla
Universidad del Quindío
charleshawk28@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La industria de las curtiembres se dedica a la transformación de pieles de diferentes animales en un producto inalterable e imputrescible en el tiempo, llamado cuero mediante el uso de agentes químicos. En los últimos años esta industria ha tenido grandes mejoras tecnológicas tanto en las operaciones de cada proceso, como en los insumos químicos y maquinarias utilizadas; dando como resultado cueros de mejor calidad, mayor resistencia y mejor acabado. Sin embargo, sus operaciones generan un impacto potencial al medio ambiente, pues los efluentes generados se caracterizan por presentar altos niveles de carga orgánica y tóxica asociada a sales de sulfuros y cromo particularmente (Bravo & Hernández, 2014). La prevención y control de los riesgos asociados al uso de productos químicos requiere un enfoque integral que estudie los efectos a corto y largo plazo de los productos químicos. Las empresas curtidoras de la ciudad de Armenia carecen de sistemas integrados de gestión, para la identificación, evaluación y control de los riesgos, vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos, no cumplen las normas relacionadas de salud ocupacional y seguridad industrial. El proceso de las curtiembres la María, en su mayor parte, se hace de forma artesanal debido a la escasa capacitación e interés del sector, ocasionando un impacto ambiental de nivel significativo al efluente.Se realizó un diagnóstico situacional del riesgo químico, teniendo en cuenta como apoyo unos criterios de las normas ISO 45001:2018 de Seguridad y Salud en el Trabajo, ISO 9001:2015 Gestión de la Calidad y la ISO 14001:2015 Gestión en Medio Ambiente, se realizaron las visitas de campo pertinente al lugar de la recopilación de la información, teniendo como objeto de estudio una población de 20 Curtidurías de las cuales se abarcaron todas en su totalidad; y se hizo una clasificación de estas mismas, de acuerdo a la cantidad de producción de pieles/mes, 4 curtidoras grandes, 8 curtidoras medianas y 8 curtidoras pequeñas.

Por tanto, la investigación se fundamentó en el diagnóstico situacional de la implementación y ejecución del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en especial en el peligro químico, en el transporte, almacenamiento, manipulación y disposición final, de los productos químico utilizados en los procesos de curtido de piel, para identificar y valorar el riesgo químico y asociados, de las empresas curtidoras del cuero de la ciudad de Armenia Quindío, lo que permitió formular recomendaciones de índole preventivas con el fin de preservar su salud, así como, cumplir con los requerimientos legales exigidos en materia de seguridad y salud en el trabajo.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio: Se realizará un estudio de tipo descriptivo y cuantitativo, basado en la identificación y el reconocimiento de la percepción del peligro químico, asociado a las labores de operación, producción, mantenimiento de las plantas de curtido de cuero. En esta investigación se realizó un diagnóstico situacional del riesgo químico en cuanto al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Población: 20 curtiembres. Muestra: 100% de la población de las curtiembres

Se aplicó una herramienta, tipo formato, en el cual hay unos criterios que se encuentran clasificados de acuerdo al control existente en la fuente, medio, en la persona y componente de preparación para la respuesta a desastres y emergencia (PEC); en el cual se manejan cinco criterios de cumplimiento en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) (Ver Tabla 1).

Criterios de cumplimiento del requisito

% Cumplimiento	Significado
(0 - 60) %	Cumplimiento Deficiente
(61 - 75) %	Cumplimiento Regular
(75 - 85) %	Cumplimiento Bueno
(86 - 95) %	Cumplimiento Muy bueno
(96 - 100)%	Cumplimiento Excelente

Tabla 1. Criterios de cumplimiento

RESULTADOS

Tabla 1. Resultados de los criterios de cumplimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de las curtiembres visitadas

RESULTADO DE DIAGNÓSTICO SST								
EMPRESAS	FUENTE	INTERPRETACIÓN	MEDIO	INTERPRETACIÓN	PERSONA	INTERPRETACIÓN	PEC	INTERPRETACIÓN
Curtiembre Grande 1	93,75	CUMPLIMIENTO MUY BUENO	98,27	CUMPLIMIENTO EXCELENTE	75	CUMPLIMIENTO REGULAR	96,25	CUMPLIMIENTO EXCELENTE
Curtiembre Grande 2	81,25	CUMPLIMIENTO BUENO	82,75	CUMPLIMIENTO BUENO	82,14	CUMPLIMIENTO BUENO	83,75	CUMPLIMIENTO BUENO
Curtiembre Grande 3	84,37	CUMPLIMIENTO BUENO	86,2	CUMPLIMIENTO MUY BUENO	85	CUMPLIMIENTO BUENO	78,75	CUMPLIMIENTO BUENO
Curtiembre Grande 4	82,81	CUMPLIMIENTO BUENO	84,4	CUMPLIMIENTO BUENO	82,14	CUMPLIMIENTO BUENO	85	CUMPLIMIENTO BUENO
Curtiembre Mediana 1	95,3	CUMPLIMIENTO MUY BUENO	79,3	CUMPLIMIENTO BUENO	75	CUMPLIMIENTO REGULAR	84	CUMPLIMIENTO MUY BUENO
Curtiembre Mediana 2	71,8	CUMPLIMIENTO REGULAR	78,4	CUMPLIMIENTO BUENO	71,4	CUMPLIMIENTO REGULAR	68,75	CUMPLIMIENTO REGULAR
Curtiembre Mediana 3	79,6	CUMPLIMIENTO BUENO	79,3	CUMPLIMIENTO BUENO	71,4	CUMPLIMIENTO REGULAR	68,7	CUMPLIMIENTO REGULAR
Curtiembre Mediana 4	78	CUMPLIMIENTO BUENO	71,5	CUMPLIMIENTO REGULAR	67,8	CUMPLIMIENTO REGULAR	65	CUMPLIMIENTO REGULAR
Curtiembre Mediana 5	79,68	CUMPLIMIENTO MUY BUENO	77,5	CUMPLIMIENTO BUENO	67,8	CUMPLIMIENTO REGULAR	68,75	CUMPLIMIENTO REGULAR
Curtiembre Mediana 6	79,68	CUMPLIMIENTO MUY BUENO	72,4	CUMPLIMIENTO REGULAR	75	CUMPLIMIENTO REGULAR	70	CUMPLIMIENTO REGULAR
Curtiembre Mediana 7	79,68	CUMPLIMIENTO MUY BUENO	75,8	CUMPLIMIENTO REGULAR	71,4	CUMPLIMIENTO REGULAR	77,5	CUMPLIMIENTO BUENO
Curtiembre Mediana 8	78,1	CUMPLIMIENTO MUY BUENO	75	CUMPLIMIENTO REGULAR	67,8	CUMPLIMIENTO REGULAR	68,7	CUMPLIMIENTO REGULAR
Curtiembre Pequeña 1	73,4	CUMPLIMIENTO REGULAR	64,6	CUMPLIMIENTO REGULAR	60,7	CUMPLIMIENTO DEFICIENTE	55	CUMPLIMIENTO DEFICIENTE
Curtiembre Pequeña 2	68,5	CUMPLIMIENTO REGULAR	60,3	CUMPLIMIENTO REGULAR	64,2	CUMPLIMIENTO REGULAR	60	CUMPLIMIENTO DEFICIENTE
Curtiembre Pequeña 3	62,5	CUMPLIMIENTO REGULAR	60,3	CUMPLIMIENTO REGULAR	71,4	CUMPLIMIENTO REGULAR	70	CUMPLIMIENTO REGULAR
Curtiembre Pequeña 4	59,3	CUMPLIMIENTO DEFICIENTE	60,3	CUMPLIMIENTO REGULAR	78,4	CUMPLIMIENTO BUENO	67,5	CUMPLIMIENTO REGULAR
Curtiembre Pequeña 5	82,81	CUMPLIMIENTO BUENO	76,7	CUMPLIMIENTO BUENO	78,57	CUMPLIMIENTO BUENO	78,75	CUMPLIMIENTO BUENO
Curtiembre Pequeña 6	62,5	CUMPLIMIENTO REGULAR	64,6	CUMPLIMIENTO REGULAR	78,5	CUMPLIMIENTO BUENO	66,2	CUMPLIMIENTO REGULAR
Curtiembre Pequeña 7	64	CUMPLIMIENTO REGULAR	67,2	CUMPLIMIENTO REGULAR	64,2	CUMPLIMIENTO REGULAR	67,7	CUMPLIMIENTO REGULAR
Curtiembre Pequeña 8	60,9	CUMPLIMIENTO DEFICIENTE	61,2	CUMPLIMIENTO REGULAR	75	CUMPLIMIENTO REGULAR	65	CUMPLIMIENTO REGULAR

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el diagnostico en la fuente nos arrojan que la curtiembre grande 1 cuenta con un puntaje de 60 de 64 posibles, lo que ubica al requisito con un 93.75% significando “Cumplimiento Muy Bueno”; las curtiembres grandes 2, 3 y 4 se encuentran entre (75-85) % de acuerdo a los criterios de cumplimiento del requisito; lo cual significa que están en “Cumplimiento Bueno”.

Los resultados obtenidos en el diagnostico al medio nos arrojan que la curtiembre grande 1 cuenta con un puntaje de 114 de 116 posibles, lo que ubica al requisito con un 98.27% significando “Cumplimiento Excelente”; y la curtiembre grande 3 con un 86,2% significando “Cumplimiento Muy Bueno”; las curtiembres 2 y 4 se encuentran entre (75-85) % de acuerdo a los criterios de cumplimiento del requisito; lo cual significa que están en “Cumplimiento Bueno”.

Los resultados obtenidos en el diagnostico en la persona nos arrojan que las curtiembres grandes 2, 3 y 4 se encuentran entre (75-85) % de acuerdo a los criterios de cumplimiento del requisito; lo cual significa que están en “Cumplimiento Bueno”; la curtiembre grande 1 cuenta con un puntaje de 21 de 28 posibles, lo que ubica al requisito con un 75%; lo que significa que está en “Cumplimiento Regular”.

Los resultados obtenidos en el diagnostico en el componente de preparación para la respuesta a desastres y emergencia (PEC) nos arrojan que la curtiembre grande 1 cuenta con un puntaje de 77 de 80 posibles, lo que ubica al requisito con un 96.25% significando “Cumplimiento Excelente”; las curtiembres grandes 2, 3 y 4 se encuentran entre (75-85) % de acuerdo a los criterios de cumplimiento del requisito; lo cual significa que están en “Cumplimiento Bueno”.

CONCLUSIONES

Las empresas curtidoras de piel del Quindío, que fueron clasificadas de acuerdo a la cantidad de producción de pieles/mes, en grandes, medianas y pequeñas, se pudo evidenciar, que estas empresas en el área de Seguridad y Salud en el Trabajo, han buscado ir mejorando sus ambientes laborales, de llevar acabo sus procesos, para buscar, que la población trabajadora, cumplan con unas medidas de prevención y protección.

De acuerdo a los resultados obtenidos el diagnostico situacional, se pudo observar como las curtidurías grandes oscilan entre los criterios de requisito “cumplimiento bueno”, “cumplimiento muy bueno” y “cumplimiento excelente”, esto determina que estas empresas cuentan con buenas medidas de prevención y protección en la fuente, medio y persona para los trabajadores, igualmente cuenta con un buen plan de preparación y respuesta ante una amenaza o desastre natural interno.

Las curtidurías medianas, se pudo observar en el diagnostico situacional, en el que las medidas de control, protección y prevención, implementadas en la FUENTE, están en el criterio de “cumplimiento bueno” y “cumplimiento muy bueno” y los controles implementados en el medio, persona y PEC, están en un cumplimiento regular, de acuerdo a los criterios de cumplimiento de requisito, esto determina que estas empresas, no está siendo eficaces, en la prevención de accidentes y enfermedades laborales, y no están preparadas para atención y respuesta de una contingencia.

Las empresas curtidoras clasificadas como pequeñas, en las medidas de control, prevención y protección, en la fuente, medio, persona y PEC, tienen un criterio de “cumplimiento regular” y “cumplimiento deficiente” este diagnóstico situacional nos determina que estas empresas, no tienen unas buenas prácticas o controles de seguridad industrial, para proteger la salud física de sus trabajadores.

Solamente la curtiduría 5 clasificada como pequeña, que tiene un criterio de “cumplimiento bueno”, es una empresa que tiene controles de protección y prevención en sus procesos de curtir el cuero.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos sinceramente a la Universidad del Quindío, a la Facultad Ciencias de la Salud, a la Maestría en Prevención de Riesgos Laborales, al Grupo de investigaciones de Prevención de riesgos laborales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antonio, m. g. m. (2016). Propuesta de implementación de un sistema de gestión ambiental basado en la norma iso 14001-2004 en una curtiembre en la localidad de rio seco-Arequipa

Bravo, C., & Miguel, H. (2014). Minimización de emisiones de cromo en el proceso de curtido, por uso de complejantes y basificantes de cromo y tratamiento de efluentes.

Castillo A. (1999). Declaración de Helsinki. Recomendaciones para guiar a médicos en investigaciones biomédicas en seres humanos. En: Responsabilidad Profesional. Módulo Venezuela: Centro Nacional de Bioética. CENABI;405-426.

Camacho Camacho, F. P. (2014). Factores de peligros químicos que intervienen en la ocurrencia de accidentes laborales en los trabajadores de la empresa curtiembre Quisapincha durante el período febrero-agosto 2014.

Feigenbaum, a.v., (2002). Total, Quality Control, 3° ed., Mc Graw Hill, New York, p. 201. Citado por: bankS, Jerry. Control de Calidad. Ed. Limusa-Wiley.

Fukumoto Guerra, M. A., Rosero, V., & Sofhia, T. (2014). Propuesta de mejora de un sistema integrado de gestión para reducir los costos de seguridad, calidad y medio ambiente en la empresa comercializadora Servicio Trujillo SAC.

Gómez Yepes, M. E., Villamizar Vargas, R. H., Londoño, C. A., Sanchez, J. F., Rendón, O. L., Gomez, J. D., & Cremades, L. V. (2015). Diagnóstico de las condiciones de trabajo y salud de los trabajadores expuestos a contaminantes atmosféricos labores en tres sectores de la economía de armenia.

González, S. (2011). Sistemas integrados de gestión, un reto para las pequeñas y medianas empresas.

Icontec y cyga. (2005). Implementar sistemas de gestión ambiental según ISO 14001. Guía básica para las empresas comprometidas con el futuro Bogotá D.C.

López Garzón, C. M., & Storino Hernández, L. P. (2007). Diseño del sistema de gestión de calidad NTC-ISO 9001: 2000 para la Empresa Montajes.

Marcos, F. V. (1996). Prevención y control del riesgo de los productos químicos. Rev Esp Salud Pública, 70(4), 409-420.

Muñoz, A., Rafael, M., Gonzáles Moscoso, J. B., & Quispe Choque, S. (2017). Propuesta de un SIG basado en las normas OHSAS18001, ISO 14001, ISO 9001 para la curtiembre Austral, Arequipa 2016-2017.

Ramirez cavassa, César. (2006). "Seguridad Industrial, Un enfoque Integral". Editorial Lima. México. 2º Edición. Santelesis, M. 1999. Procesos Industriales, su administración y operación. 1a ed. México, México D.F. Edit. AEDOS. pp. 79 – 86.

Olivares, L., Antony, B., & Villanueva Cabrera, C. E. (2017). Propuesta de implementación de un sistema integrado en calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional basados en las normas ISO 9001: 2008, ISO 14001: 2004 y OHSAS 18001: 2007 para incrementar la rentabilidad en la empresa Piel Trujillo SAC.

Paulí, E., & Carretero, M. (2010). Sistemas integrados de gestión de calidad y medio ambiente: evidencia empírica en la industria española. Obtenido de http://www.revistasice.com/cachepdf /cice_86_77-106__3caee50a1f64102997fa4219b6bac9dd.pdf

Poveda, P., & Sánchez, M. (2009). Propuesta para el diseño, estructuración e implementación del departamento de gestión ambiental en la industria de curtiembres localizadas en el barrio San Benito, Bogotá DC “hacia una producción limpia con la adecuada administración de los recursos naturales”.

Razzeto y Nestorovic S.A.C.”, García Sánchez, Karla Tatiana; Mora León, Henri

Williams,Trujillo (2012). “Propuesta de Implementación de un sistema integrado de gestión para reducir los costos operativos en la línea de hot dog en la empresa productos.

Vidal, E., & Soto, E. (2012). Implantación de los sistemas integrado de gestión. Medio ambiente, seguridad industrial, pdf

Zazo, M. P. D. (2015). Prevención de riesgos laborables. Seguridad y salud laboral. Ediciones Paraninfo, sa.

INFLUENCIA DE FACTORES PESTEL EN LA APARICIÓN DE DESÓRDENES MUSCULOESQUELÉTICOS EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA.

RESUMEN / ABSTRACT

En la actualidad se ha encontrado un aumento significativo en los informes de enfermedades laborales debido a Desórdenes Musculoesqueléticos en los trabajadores de la Industria Manufacturera. Estas enfermedades se pueden desarrollar a partir de una serie de factores que se encuentran en el entorno y que favorecen su aparición.

Los factores PESTEL (Político, Económico, Sociocultural, Tecnológico, Ecológico, Legal), son actualmente una herramienta de análisis utilizada desde la administración para identificar cómo algunos factores externos pueden llegar a afectar a una organización. El análisis PESTEL es un instrumento que ayuda a las compañías a evaluar y planificar cómo algunos factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales pueden llegar a influir positiva o negativamente en una organización.

En el mundo se han realizado esfuerzos por identificar la incidencia y prevalencia de DME pero siempre se ha realizado una asociación únicamente con factores de riesgo biomecánico, dejando de lado los factores del entorno PESTEL.

En la actualidad hay muy poca información enfocada en el análisis y la influencia de los factores PESTEL en el desarrollo de DME en la Industria Manufacturera. En Colombia se encuentran muy pocas revisiones con respecto al tema, sin embargo, algunos autores como Gabriel García Acosta, en su libro Ergonomía Desde La Visión Sistémica, se encargan de nombrar la importancia de los factores del entorno que pueden estar influyendo en el sistema de trabajo. El análisis de dichos factores PESTEL desde la ergonomía brinda un enfoque mucho más integral para abordar y comprender los DME en industrias Manufactureras.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Desordenes Musculoesqueleticos
Identificación de Peligros
Factores Extralaborales

AUTORES / AUTHORS

Juan Zamora
Adecco
juanzamora17@hotmail.com
Mónica Rodríguez Rodríguez
Institución Universitaria Escuela Colombiana de Rehabilitación
lizmoniq@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El Ser Humano (SH) tiene características físicas, mentales y sociales que deben entenderse de manera global ya que resulta inverosímil aislarlas, debido a que estas lo hacen un ser capaz de interactuar y convivir dentro de un grupo social, en donde se ve influenciado por diferentes factores que se presentan en el entorno que lo rodea. Se puede afirmar que se encuentra dentro de un sistema, el cual es definido según afirma Ludwig von Bertalanffy como "Un complejo de elementos en interacción que tienen un fin común". Dentro del Sistema estos factores no solo influyen en la salud física y mental, sino que también modifican su comportamiento. Es claro que la interacción de dichos elementos hace que cada uno de los componentes del sistema genere una influencia sobre otro.

En la actualidad se ha visto un aumento significativo en los reportes de enfermedades de origen laboral y esto se debe a la implementación de sistemas de vigilancia y a la vez a un aumento en la "cultura del reporte", ya que cada vez se encuentra más información y más sectores enfocados al diagnóstico e intervención de enfermedades laborales. De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo, OIT, cada año ocurren cerca de 160 millones de enfermedades laborales no mortales y de los 2,34 millones de muertes anuales relacionadas con el trabajo, dos millones son por enfermedades laborales. Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud, OMS, estima que la tasa de morbilidad calculada para la enfermedad laboral es de 300 a 500 casos por cada 100 mil trabajadores cada año. Los reportes internacionales, en particular los de la Unión Europea, indican que 23 millones de personas reportan problemas de salud relacionados con el trabajo."

Dentro de los factores que influyen en la salud del ser humano, se encuentran los factores Biomecánicos que guardan relación con los desórdenes musculoesqueléticos (DME), y De acuerdo a la Organización Mundial de La Salud (2004), estos son definidos como aquellos "problemas de salud del aparato locomotor, es decir, músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílago, ligamentos y nervios. Que abarcan todo tipo de dolencias, desde las molestias leves y pasajeras hasta las lesiones irreversibles o que generan incapacidades..

Hablar de DME se ha hecho más prevalente en el entorno laboral ya que con el tiempo ha aumentado la aparición de dichos desórdenes debido a las condiciones o a la exposición dentro del trabajo. La Organización Mundial de la Salud define el trastorno de origen laboral como "aquel que se produce por una serie de factores, entre los cuales el entorno laboral y la realización del trabajo contribuyen significativamente, aunque no siempre en la misma medida, a desencadenar la enfermedad"

Como indica Piedrahita (2004). Los DME "Son uno de los principales problemas de salud que están afectando a la población trabajadora a nivel mundial [64]". Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), reporta que "los DME han representado un altísimo porcentaje sobre el total de Enfermedades Profesionales (EP) notificadas.

En ese orden de ideas, Sierra, Pardo (2010), describen en su estudio que, de acuerdo a la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, los DME afectan a una cuarta parte de la población europea (25% de los trabajadores sufren dolor de espalda y 23% dolores musculares). La VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (INSHT) muestra que 74.2% de los trabajadores sienten alguna molestia músculo-esquelética atribuida a posturas y esfuerzos derivados del trabajo – las de la zona baja de la espalda, nuca-cuello y la zona alta de la espalda son las más frecuentes (40.1, 27, y 26.6%, respectivamente). Los DME son la principal causa de ausentismo laboral en todos los países miembros de la Unión Europea, reducen la rentabilidad de las empresas y aumentan los costos sociales públicos [371]".

Por otra parte Triana (2014), referencia en su estudio ¿Cuál es la prevalencia de desórdenes musculoesqueléticos y factores asociados en trabajadores de una industria de alimentos? que "Entre 1997 y el 2005 entre los afiliados al seguro de salud aceptado en el estado de Washington en Estados Unidos, los DME más representativos encontrados, fueron, lesiones en espalda con un 51% seguido de la presencia de dolor en las extremidades superiores con el 37% y finalmente lesiones en el cuello con un 12% [15]".

En Colombia se han destacado diferentes esfuerzos por identificar la prevalencia de DME, asociado a factores de riesgo biomecánico y según los resultados de la segunda Encuesta Nacional de Condiciones de salud y trabajo (2013), se evidenció que entre el 2009 y 2012, los casos de enfermedades por DME incrementaron de un 65% a un 67% y continúan siendo las de mayor reporte a las ARL por parte de las EPS. En el mismo periodo se hizo notorio que dentro del reconocimiento de enfermedades profesionales por parte de las ARL el 88% eran derivadas de un componente músculo esquelético.

De igual manera de acuerdo a lo reportado por Bruno & Ramos (2010), "los DME tienen un impacto en la productividad que se refleja en el consumo estimado de 0,2% del Producto Interno Bruto (PIB) del país en el 2005". Un estudio realizado por el Instituto de Seguros Sociales en 1997, sobre el síndrome del túnel carpiano en 248 trabajadores de diferente actividad económica, mostró una prevalencia del 20,9 %, en primer lugar, en el sector de alimentos, seguido por el sector de las flores. (Instituto de seguro sociales, 1999).

Teniendo en cuenta lo anterior y la importancia que tiene la incidencia, la prevalencia de enfermedades de origen laboral y el incremento que estas han presentado, es importante analizar qué está ocurriendo actualmente en nuestro país, ya que de acuerdo a los reportes de FASECOLDA para el 2015, la principal patología presente de origen laboral corresponde a los DME en un (85%), los cuales a la vez a nivel mundial se ubican en el primer puesto de morbilidad.

Para identificar cada uno de los sectores en donde se pueden presentar DME, el Código de Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) ha realizado esfuerzos por emitir una calificación de las actividades económicas, las cuales se encuentran sectorizadas de la siguiente manera: "a) manufactura de algodón, fibra, textil y confecciones, b) artesanía, c) producción de aparatos eléctricos, d) producción de cerveza, malta y licores, e) productos de aseo y cosméticos, f) cuero, calzado y marroquinería, f) electricidad y electrónica, g) industria farmacéutica, h) industria metalmecánica y siderúrgica, industria petroquímica, j) producción de pulpa, papel, industria gráfica y editorial."

En el mundo actual para ser competitivos cada una de las industrias debe tener un desarrollo integral que le permita ser eficiente tanto en la parte productiva como en el desarrollo social responsable. Si se compara el sector Manufactura con los demás sectores de Educación, Salud, Agricultura y Servicio, se encuentra que este tiene el potencial de causar mayor cantidad de DME, por la condición misma de la actividad debido a la manipulación de materiales, manejo de herramientas, movimientos y posturas adoptadas por los trabajadores al ejercer su labor. Protocolos de intervención para la prevención de Desórdenes Músculo Esqueléticos de miembro superior y de espalda en actividades de Manufactura.

Las estadísticas recientemente publicadas por FASECOLDA 2015 se encuentra que los sectores económicos que presentan mayores tasas de enfermedades profesionales "corresponden a Agricultura, Minas y Canteras, Manufactura".

Según el estudio Protocolos de Intervención para la Prevención de Desórdenes Músculo Esqueléticos de Miembro Superior y de espalda en actividades de Manufactura 2011 describió que: "De acuerdo a la literatura científica relacionada con los DME, las demandas del sector de la manufactura pueden desencadenar en: síndrome de túnel carpiano, desorden de Quervain, tendinitis del manguito rotador, tenosinovitis, dedo de gatillo y enfermedad de Raynauld entre las más comunes."

Gracias a la información anteriormente descrita esta revisión documental se enfoca en identificar la aparición de DME desde otra perspectiva ya que en Colombia se han adelantado esfuerzos para controlar los DME ocasionados por factores de riesgo biomecánico, creando guías para implementar Sistemas de Vigilancias Epidemiológicas que se enfoquen en minimizar los factores de riesgos que los desencadenan (Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional), y en realizar un control clínico y un sistema de rehabilitación. Pero actualmente existe un vacío enorme en el estudio de la aparición de estos los DME por la influencia de los factores Político, Económico-Financiero, Socio-cultural, Tecnológico-Científico, Ecológico-Geográfico y Legal (PESTEL).

Existen estudios epidemiológicos que se encargan de describir los DME en trabajadores de industrias manufactureras asociadas a movimientos repetitivos, concentración de movimiento, manipulación de cargas, posturas prolongadas y sobreesfuerzos en miembros superiores. Sin embargo, no se tiene una percepción de la influencia de los factores PESTEL. Como afirma Bernard (1997). "Existe un número importante de estudios epidemiológicos que muestran evidencia de asociación entre varios DME y factores físicos relacionados con el trabajo o una combinación de factores. La dificultad radica en que la evaluación del riesgo aportada en los trabajos varía desde el auto reporte de los trabajadores hasta la realización de estudios ergonómicos altamente complejos y tecnificados [35]". Igualmente, "En otros estudios se han relacionado factores de la organización del trabajo con síntomas en los miembros superiores" (Bonger,1993; Moon y Sauter,1996).

De acuerdo con el National Research Council and Institute of Medicine de los EE UU, NIOSH (1997). "Ninguno de los DME más comunes puede explicarse exclusivamente por los factores de riesgo en el trabajo. La controversia se centra en la importancia relativa de los variados factores individuales en el desarrollo de los DME". A partir de los puntos antes expuestos y gracias a la información descrita por NIOSH, siendo tema de interés en este estudio, se resalta la importancia de identificar como otros factores están influyendo en la aparición de DME en industrias manufactureras ya que actualmente solo se tiene en cuenta el tema netamente de origen biomecánico, psicosocial y organizacional. Es por ello que se pretende mostrar un enfoque diferente que tiene componentes PESTEL.

Dentro de las revisiones realizadas en diferentes bases de datos a nivel mundial EBSCO, MEDLINE Y ELSEVIER, entre otras, se encontró que hay muy poca información enfocada en el análisis y la influencia de los factores PESTEL en el desarrollo de DME en la industria manufacturera. En Colombia se encuentran muy pocas revisiones con respecto al tema, sin embargo, algunos autores como García Acosta se encargan de nombrar la importancia de los factores del entorno que pueden estar influyendo en el sistema de trabajo. Dicho autor describe que "los cinco factores Político, Económico-Financiero, Sociocultural, Tecnológico-Científico, Ecológico-Geográfico y Legal tienen la misma importancia y de una u otra manera interactúan entre sí, de hecho, se pueden establecer veinte tipos diferentes de interacciones, como lo describe en el siguiente esquema":

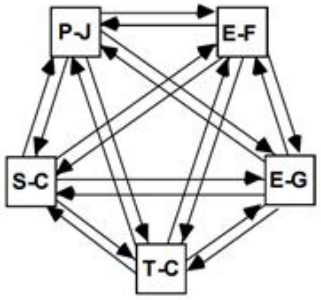


Figura 1. Interacciones entre los cinco factores del entorno. Fuente: García, G, (2002), Ergonomía desde la visión sistémica, Bogotá Colombia, Unibiblos.

Así como en el esquema se describieron las interacciones de los Factores PESTEL anteriormente mencionadas como una cadena de eslabones que tiene relación directa e interactúan unas con otras, podemos ver como cada uno de estos factores puede estar influyendo en el sistema de trabajo para desencadenar DME.

Es evidente que en la actualidad la información sobre factores PESTEL es limitada, no se encuentran estudios que se encarguen de ligar la influencia de los factores PESTEL como herramienta de análisis dentro de un sistema de trabajo y la influencia de estos mismos en el desarrollo de desórdenes musculoesqueléticos.

Es por ello, que para Colombia es de gran importancia analizar o entrar a realizar un abordaje mucho más amplio por parte de dichos factores, para poder tener una nueva visión y a la vez más amplia, que permita enfocarse no solo en uno de los sectores económicos más fuertes dentro del país como lo es la industria manufacturera, sino también identificar cual es la importancia de dichos factores ante un elemento que está actualmente incrementando los índices de enfermedad laboral en el país como lo son los DME.

En este sentido, entendiendo que no existe información o investigaciones enfocadas a la relación de los factores PESTEL en el desarrollo de desórdenes musculoesqueléticos y teniendo en cuenta que dichos factores son una base o ayuda diagnóstica desde la ergonomía, se propone realizar una revisión documental que tiene como alcance: IDENTIFICAR LA INFLUENCIA DE LOS FACTORES PESTEL EN LA APARICIÓN DE LOS DME EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA.

JUSTIFICACIÓN DE LA TEMÁTICA DESDE LA ERGONOMÍA

Teniendo en cuenta las bases fundamentales de la ergonomía y la importancia de la interacción de los diferentes elementos de un sistema (Ser humano, máquina, espacio físico y entorno) es necesario identificar la influencia de los factores PESTEL como parte del entorno dentro un sistema ergonómico, para poder mejorar no solo las condiciones laborales del trabajador sino también la eficacia o productividad.

García Acosta en su libro la Ergonomía Desde La Visión Sistémica hace referencia a el verdadero papel que debe cumplir un ergónomo al abordar los factores PESTEL y así poder realizar un análisis exhaustivo de dichos factores. Refiriendo lo siguiente: "el ergónomo no debe perder la perspectiva de análisis, a él no le corresponde estudiar con profundidad las interacciones presentes en todos los factores. Lo que le incumbe al ergónomo es poder ver y concebir en qué medida y cómo las interacciones entre los factores del entorno afectan al sistema ergonómico". Esta visión nos ayuda a aclarar la importancia que tiene no solo realizar una descripción de los factores PESTEL y su interacción sino también la necesidad que tendría para un análisis ergonómico y a la vez poder determinar cómo estos podrían brindar una nueva visión mucho más amplia en la que todos los factores interactúan y generan condiciones laborales que pueden afectar la salud del trabajador.

El abordaje que se ha realizado para determinar, identificar e intervenir los DME, ha sido desde un enfoque Biomecánico, se han realizado métodos de evaluación como (Reba, Rula, Owas, Ansi, Niosh, Ocra entre otros). Sin embargo, en la actualidad no se encuentran baterías de estudio desde una perspectiva ergonómica enfocados a la identificación de factores PESTEL asociados a la aparición de DME.

Por otro lado, el abordaje que ha sido predominante en la actualidad cuando se habla de factores PESTEL es desde un enfoque administrativo y como indica Chapman (2004) constituye "una herramienta de gran utilidad para comprender el crecimiento o declive de un mercado, y en consecuencia, la posición, potencial y dirección de un negocio [5]". Si bien el estudio PESTEL desde la perspectiva de la administración propone algunas bases conceptuales que sirven para evaluar la proyección de una compañía, es poca la literatura que brinda información referente a la aplicación de factores PESTEL para identificar o analizar cómo la interacción de dichos factores dentro de un sistema ergonómico influyen en la aparición de DME, siendo éstos los que generan mayor número de reportes por enfermedad y accidentes en entidades como las ARL y EPS, e igualmente constituyen una de los índices más altos de enfermedad laboral en uno de los sectores económicos más importantes en el país como lo es la industria manufacturera.

Estudiar la interacción e influencia de los factores PESTEL en la aparición de DME resulta de gran importancia, ya que gracias al estudio de dichos factores se pueden determinar otras causas que pueden estar generando dichos desórdenes dejando a un lado la concepción de que estos son únicamente derivados de la exposición a factores de riesgos biomecánicos como los movimientos repetitivos, posturas prolongadas. Muchos estudios se han encargado en describir esto. Sin embargo, uno de ellos enfocado a la industria manufacturera de calzado refiere lo siguiente: "los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo son causadas por la repetición y la continuación de un trauma o presión sobre los músculos, tendones, articulaciones o huesos en el largo plazo, debido a las acciones repetitivas, sin observar los principios ergonómicos". Dicho estudio también reconoce que, aunque actualmente solo se han identificado estos factores como causantes de los DME es importante enfocar estudios en otros factores que pueden están influenciado "Los problemas psicológicos causan pérdidas ocultas y abiertas sobre el ambiente de trabajo.

Los investigadores creen que un conjunto de factores de riesgo del entorno de trabajo como de trabajo constante, la presión del trabajo, carga de trabajo alta y la mala relación entre un supervisor trabajador están involucrados en el desarrollo de desórdenes" Como se ve no hay referencia como tal de los factores PESTEL, pero se hace un acercamiento a la necesidad de identificar o mirar otros factores.

Estudiar la influencia de los factores PESTEL en la aparición de DME en la industria manufacturera, resulta de gran interés ya que en países como Irán con alto índice de actividad manual y de acuerdo a la oficina de programas de salud del centro de desarrollo de la red, ministerio de salud, medicina y educación (2007), "los trastornos musculoesqueléticos ocupan la segunda posición después de las enfermedades cardiovasculares entre las enfermedades relacionadas con el trabajo". Irán es uno de los países en el que la actividad manufacturera es predominante y algunos estudios realizados en dicho país refieren la necesidad de realizar un análisis de la incidencia de otros factores diferentes a los biomecánicos.

En Colombia al tener una amplia normativa que exige controlar los riesgos que generan DME a los trabajadores que se encuentran expuestos, da un impulso para estudiar más a fondo lo que actualmente los está afectando, no solamente desde el punto de vista Biomecánico sino también implicar otros factores que también inciden para que estos DME se presenten en la Industria Manufacturera.

Partiendo desde lo anteriormente expuesto surge el tema de interés de estudiar más allá la aparición de DME en Industrias Manufacturera, debido a que las estrategias utilizadas actualmente como Los Programas de Vigilancia Epidemiológicas, no han mostrado los resultados óptimos en términos de prevención y ha sido un tema casi que incontrolable debido al aumento significativo de los DME.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión documental enfocada a la identificación de la influencia de factores PESTEL en la aparición de DME en la industria manufacturera. Inicialmente se utilizaron como palabras de búsqueda: Factores PESTEL, ergonomía, industria manufacturera, factores entorno, desordenes musculoesqueléticos y trastornos musculoesqueléticos. La búsqueda se realizó en diferentes bases de datos como Medline, Sciencedirect y openedition, se encontraron artículos en inglés, francés y español con fecha de publicación entre 1989 y 2015.

En la búsqueda inicial se encontraron 25 artículos de los cuales 13 artículos estaban completos y 12 a los que solo se pudo acceder al abstract. De los 25 artículos encontrados ninguno de ellos identificaba la relación entre factores PESTEL, industria manufacturera y DME, sin embargo, dichos artículos si realizan aportes importantes para la búsqueda documental. Teniendo en cuenta los primeros hallazgos se procedió a realizar una segunda búsqueda abierta utilizando como palabras de búsqueda cada uno de los factores PESTEL de manera independiente (Factores Político, Económico-Financiero, Socio-cultural, Tecnológico-Científico, Ecológico-Geográfico y Legal), combinándolo con otras palabras de búsqueda como Industria manufacturera, Ergonomía Y DME. Con dichas condiciones de búsqueda se encontraron 5 artículos más para el aporte de información a la revisión documental.

La revisión también incluye informes, revistas electrónicas y libros relacionados con el tema de interés. Según los parámetros de exclusión planteados se descartaron los artículos anteriores al 2006 y artículos que solo hablaran de factores de riesgo biomecánico para obtener finamente 18 artículos, de los cuales se descartaron 7 artículos ya que solo hacen referencia a factores de tipo biomecánico. Finalmente se obtuvieron un total de 11 artículos para la realización de la revisión documental.

RESULTADOS

- Los principales hallazgos que se encuentran con respecto a una visión más amplia de la aparición de DME sin tener en cuenta los factores biomecánicos provienen principalmente de países como Turquía, Estados Unidos, Irán, Dinamarca, Polonia, Noruega y Etiopía entre otros, los cuales enfocan sus estudios principalmente en factores psicosociales.

- Durante la revisión documental se encontró que no hay presencia de documentos que evidencien investigaciones referentes a la relación desordenes musculoesqueléticos y factores PESTEL, sin embargo, si se encuentran artículos relacionados con los factores PESTEL en el campo administrativo y de la economía, los cuales como son utilizados, como afirma Chapman (2004). "como una herramienta a nivel administrativo u organizacional para el análisis del crecimiento o declive de un mercado".

- Los artículos encontrados durante la revisión documental estaban enfocados en la industria manufacturera sin embargo no se encontraron artículos que relacionan los tres aspectos fundamentales de la revisión documental: PESTEL, manufactura y desordenes musculoesqueléticos.

- A través de la búsqueda realizada referente a la influencia de los factores PESTEL en la aparición de DME, logramos evidenciar que existe poca referencia bibliográfica referente a la temática en general y solo algunos estudios en los que se realizan pequeñas menciones de manera individual dichos factores como influyentes en la generación de DME en la industria manufacturera.

- De la primera revisión realizada se encontró que, aunque no se encontraba la relación entre factores PESTEL y la aparición de desórdenes musculoesqueléticos en la industria manufacturera, si se encontró en los artículos que exponen la importancia de analizar otros factores diferentes a los biomecánicos, los cuales son llamados factores externos que están relacionados principales con factores de tipo psicosocial y organizacional.

- En la actualidad tenemos muchos métodos que describen específicamente cada uno de los factores biomecánicos que intervienen en las acciones que realizan los trabajadores durante la realización de sus tareas, pero carecemos de estudios científicos que nos ayuden a evidenciar que realmente existen otros factores como los PESTEL que intervienen en la aparición de DME.

Graficas de resultados

A continuación, se realizará una descripción detallada de los resultados encontrados en la realización de la revisión sistemática.

A los 31 artículos que fueron encontrados se les aplicaron tres factores fundamentales de exclusión para poder realizar la revisión documental. Principalmente se excluyeron aquellos artículos que fueran anteriores al año 2007, posteriormente se excluyeron todos los artículos que solo se enfocarán en factores de tipo biomecánico y finalmente aquellos artículos que no se encontraran completos y de acceso libre.

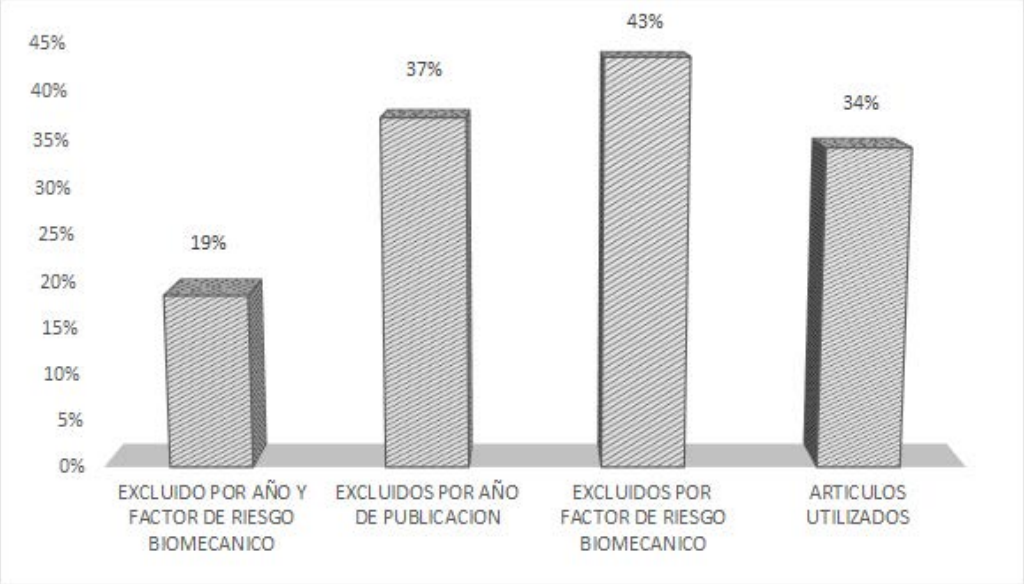


Figura 2 . Factores de inclusión y exclusión. Fuente: Revisión documental influencia de factores PESTEL en la aparición de desórdenes musculoesqueléticos en la industria manufacturera.

De los 31 artículos encontrados solo el 34% fueron utilizados lo que corresponde a 11 artículos ya que el 43% de ellos (14 artículos) fueron excluidos porque se refieren únicamente a riesgo biomecánico, un 37% (12 artículos) fueron excluidos por año de publicación. Y un 19% fue excluido por las dos condiciones año de publicación y enfoque en riesgo biomecánico.

Los 31 artículos encontrados tenían diferentes procedencias de bases de datos entre ellas MEDLINE, SCIENCEDIRECT Y OPENEDITION. Dentro de los artículos seleccionados según elementos de inclusión se encontró que los 11 artículos seleccionados procedían porcentualmente de las siguientes bases de datos.

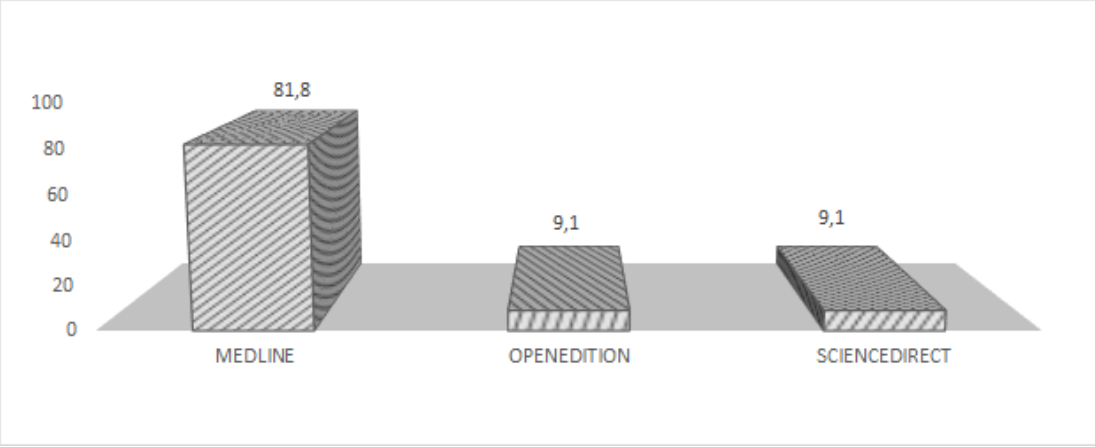


Figura 3. Bases de datos artículos seleccionados. Fuente: Revisión documental influencia de factores PESTEL en la aparición de desórdenes musculoesqueléticos en la industria manufacturera.

De los 11 artículos seleccionados para el presente estudio, es posible evidenciar que el mayor número de publicaciones aparece en la base de datos *Medline* con un 81,8% correspondiente a 9 artículos, seguido de *Openedition y sciencedirect con un* 9,1% respectivamente, que corresponde a 1 artículo en cada una de las bases de datos.

De los 11 artículos seleccionados se encontró según año de publicación lo siguiente:

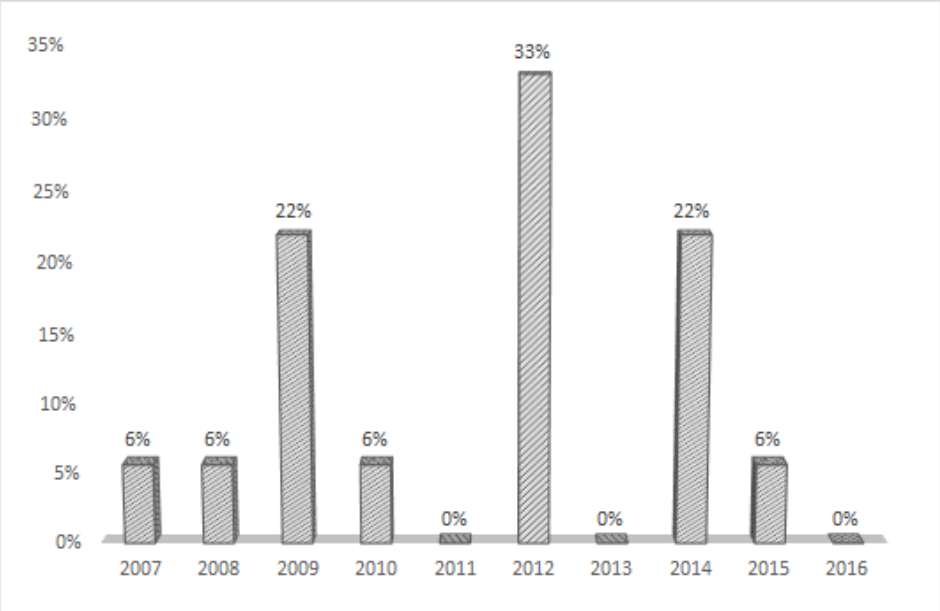


Figura 4. Artículos seleccionados (2007-2016). Fuente: Revisión documental influencia de factores PESTEL en la aparición de desórdenes musculoesqueléticos en la industria manufacturera.

EL 33% de los artículos (3 artículos) seleccionados fueron publicados en el año 2012, en el 2009 y 2014 fueron publicados 2 artículos que corresponden al 22% para cada año y en los años 2007, 2008, 2010 y 2015 se encontró 1 artículo publicado que corresponde al 6% para cada año. Es evidente que de los artículos seleccionados que corresponden al año 2012 son los que cumplían con los requisitos de inclusión y fue el año en el cual aparentemente se generó más publicaciones con respecto al tema.

Por otro lado, es importante reconocer la importancia que se empieza a tomar desde una visión más amplia por parte de los nuevos investigadores que buscan involucrar nuevos factores dejando a un lado tendencia desde la ergonomía para identificar factores biomecánicos como únicos causantes de lesiones osteomusculares que dio inicio desde el año 2010.

Los artículos que se encontraron fueron caracterizados según lugar de publicación para identificar qué países se encuentran actualmente a la vanguardia o interesados en publicar, teniendo en cuenta como determinantes la aparición de desórdenes musculoesqueléticos y la industria manufacturera. Después de realizar la aplicación de factores de exclusión se realizó un análisis según el lugar de publicación para identificar qué países se encuentran a la vanguardia o más interesados en publicar con respecto a industria manufacturera, algunos determinantes cercanos a los factores PESTEL y a la vez la importancia de estos en la aparición de desórdenes musculoesqueléticos.

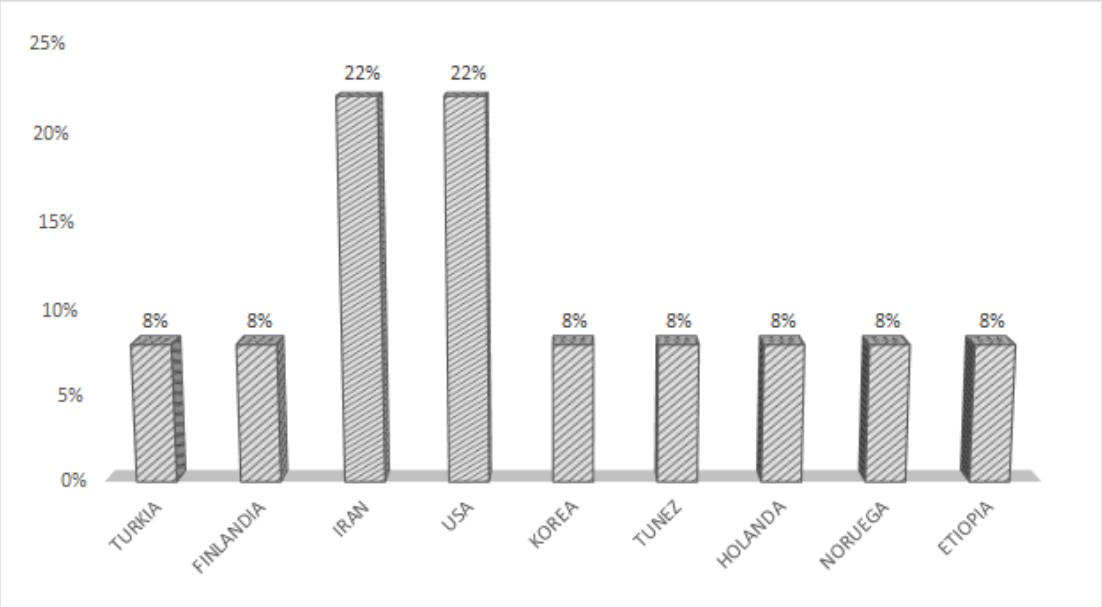


Figura 5. Países de publicación de artículos seleccionados. Fuente: Revisión documental influencia de factores PESTEL en la aparición de desórdenes musculoesqueléticos en la industria manufacturera.

De los 11 artículos seleccionados para la presente investigación se evidencio que los países con mayor número de artículos relacionados con el objeto de estudio son Estados Unidos e Irán con 2 artículos respectivamente, los cuales corresponden al 22%. En países como Turquía, Finlandia, Corea, Túnez, Holanda, Noruega y Etiopía tiene una sola publicación que corresponde al 8%, en cada uno de ellos.

Dentro de los artículos revisados no se evidencian publicaciones que identifiquen los factores PESTEL de manera independiente, por lo cual se buscó dentro de cada artículo puntos determinantes que abarcaran de manera global los factores PESTEL. Después de aplicar los métodos de exclusión de artículos y de organizar los factores que estaban determinados como otros (organizacionales, psicosociales e individuales) dentro de los factores PESTEL. Teniendo en cuenta las características que brindaba cada artículo y que permitía relacionar con algún factor PESTEL a aquellos artículos que cumplían con los requisitos de inclusión se logró generar la siguiente clasificación:

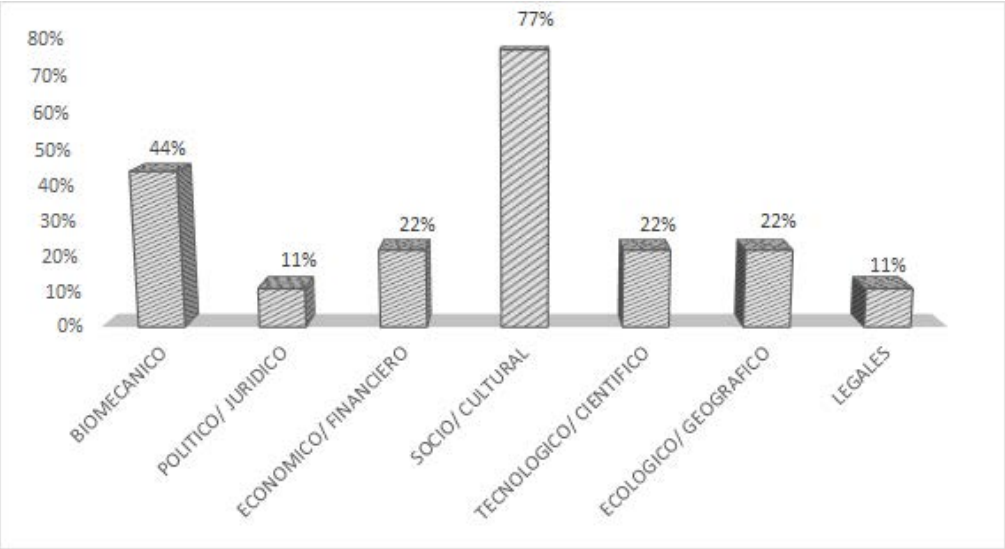


Figura 6. Factores encontrados en artículos seleccionados (2007-2016). Fuente: Revisión documental influencia de factores PESTEL en la aparición de desórdenes musculoesqueléticos en la industria manufacturera.

Dentro de los temas de investigación como lo eran los Factores PESTEL, fueron encontrados del Factor Sociocultural el 77% correspondientes a 7 artículos, seguido de esto, el Factor Biomecánico con un 44% correspondiente a 4 artículos, en una tercera posición se encuentran los factores Económico-Financiero, Tecnológico-Científico y Ecológico-Geográfico quienes obtuvieron un 22% correspondientes a 2 artículos y por último los Factores Políticos y Jurídicos obtuvieron un 11% correspondientes a 1 artículo. Vale la pena destacar que existen varios artículos que contenían investigaciones de varios factores, es decir en un solo artículo se podían investigar acerca de varios factores.

De los artículos que fueron seleccionados se identificó principalmente como método de inclusión que hablara de industria manufacturera, a continuación, se encuentra relacionado dentro de qué tipo de industria manufacturera fueron desarrollados los estudios de los artículos seleccionados para la revisión documental.

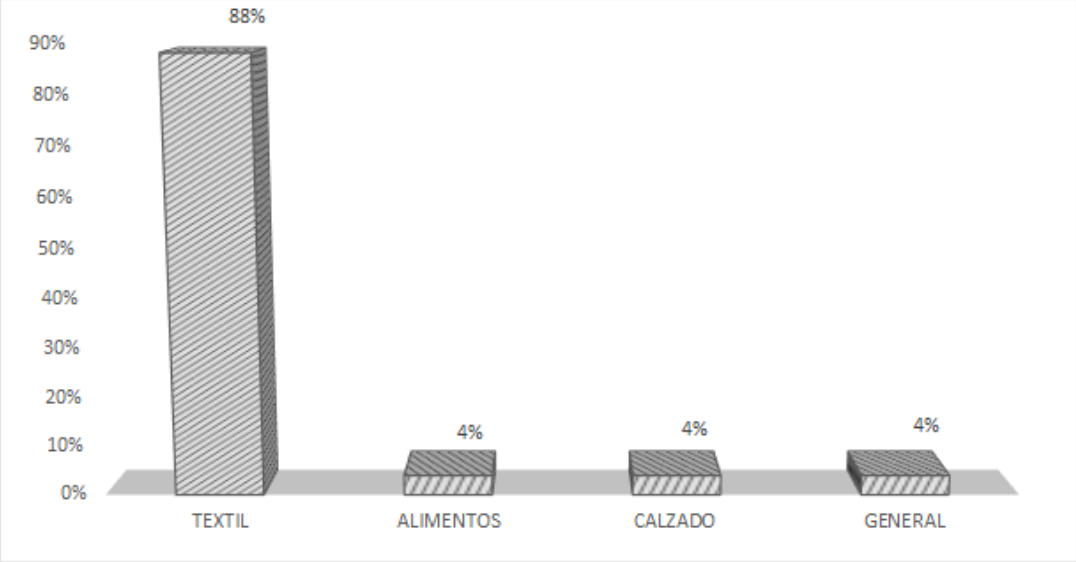


Figura 7. Actividad económica. Fuente: Revisión documental influencia de factores PESTEL en la aparición de desórdenes musculoesqueléticos en la industria manufacturera.

De los artículos seleccionados de manera definitiva para el estudio, se pudo evidenciar que el 88% eran de actividad económica Textil, lo que corresponde a 8 artículos, seguido de esto las actividades económicas tales como Alimento, Calzado y General (publicaciones que diferenciaban el objeto de estudio pero no pertenecían a la industria manufacturera), alcanzaron un porcentaje del 4% que corresponde a 1 artículo, lo cual quiere decir que la Industria Textil ha sido pionera en la investigación de los Desórdenes Musculoesqueléticos.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En la Industria Manufacturera el mayor índice de enfermedad laboral lo tiene los DME en los cuales influyen diferentes factores en su aparición. La identificación de dichos factores no es fácil, sin embargo, varios estudios se han encargado de describir de manera individual y no especifica lo que se conoce en la actualidad como factores PESTEL y que terminan siendo un punto de partida importante para la identificación de nuevas necesidades o de nuevos abordajes para la prevención de los DME y su intervención a nivel laboral en la industria manufacturera. El objetivo de esta revisión documental era identificar cómo dichos factores influyen en la aparición de DME, a partir de dicha premisa se encontró según cada factor un gran número de aportes los cuales se presentan a continuación.

Factor Político

La influencia de las políticas empresariales son un factor importante que conlleva a desencadenar o prevenir la aparición de DME, Así como lo describen Wang, Rempel, Harrison, Chan y Ritz (2007), en su artículo *Work-organizational and personal factors associated with upper body musculoskeletal disorders among sewing machine Operators* en donde se afirma que el factor Político es de carácter fundamental para la reducción o prevención de DME, mediante la implementación de rotaciones inter- funcionales y la variabilidad de las tareas. Lo que brinda a los trabajadores manufactureros la posibilidad de reducir los periodos de trabajo, aumentar los de descanso y a la vez les da la posibilidad de realizar sus labores controlando el estrés psicosocial.

Factor Sociocultural

Este es uno de los factores más variables, debido a que en el mundo existe una amplia diversidad de culturas, creencias o costumbres que actualmente están ligadas con la aparición de DME en los trabajadores de la industria manufacturera. En algunos estudios, entre ellos el realizado por Chaman et al. (2015), en su artículo Factores Psicosociales y dolor musculoesqueléticos en tejedores de alfombras a mano en Irán, se puede identificar que las demandas de trabajo, la poca posibilidad de tomar decisiones y la insatisfacción en el trabajo son los principales factores que a nivel sociocultural influyen en la aparición de DME. Existe una relación presente en la aparición de DME y la condición sociocultural de las mujeres iraníes.

Culturalmente estaba establecido que las mujeres iraníes únicamente podrán realizar labores de tipo doméstico (hogar) pero poco a poco esta tradición fue perdiendo importancia por lo que empezaron a involucrarse en otro tipo de actividades laborales como la del tejido de alfombras, exponiéndose a otros factores de riesgos inherentes a la actividad (carga física y psicosociales), los cuales incrementan las posibilidades de contraer un DME. Igualmente se hace evidente que el aspecto religioso está estrechamente relacionado con la aparición de DME, debido a que las mujeres hacen uso de sus tiempos de descanso para llevar a cabo sus cultos y ritos religiosos, teniendo poco tiempo o nulo para la recuperación de la carga física y mental generada por su actividad laboral y el desarrollo de labores domésticas (hogar).

En la actualidad el desempeño de actividades en el área de manufactura está siendo realizado en su mayoría por mujeres debido a la motricidad fina, destreza manual y la facilidad de realización de "trabajo liviano", teniendo en cuenta esto, otros autores como Hooftman, et al. (2009), refieren que otras de las condiciones socioculturales que más afectan o desencadenan DME y que aumentan los índices de incapacidad laboral están relacionados con una actual tendencia empleada por las mujeres en Suecia, en la cual cuando sus hijos se enferman deben quedarse en casa cuidándolos, aduciendo presentar DME, como excusa para ausentarse del trabajo.

Factor Legal

Cuando se trata de describir con mayor precisión la influencia de factores Legales en la aparición de desórdenes musculoesqueléticos lo que principalmente se hace evidente es la problemática que actualmente tiene un grupo poblacional como lo son los inmigrantes, quienes han encontrado mayor refugio a nivel laboral en el desempeño de tareas en industrias manufactureras.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se evidencia que los inmigrantes que residen en Estados Unidos son los que mayormente padecen DME debido a que son recibidos por el país y se les asignan labores en donde son expuestos a altas demandas de producción. De acuerdo a lo expuesto por Wang, Rempel, Harrison, Chan y Ritz (2007), en su artículo, *Work-organizational and personal factors associated with upper body musculoskeletal disorders among sewing machine Operators,* los trabajadores de Industrias Manufactureras que padecen DME, son los que tienen una estancia en USA inferior a 5 años, es decir legalmente algunos no tenían documentación para ejercer otras labores en dicho país.

Factor Económico

Dicho factor se encuentra ampliamente descrito por Wang, Rempel, Harrison, Chan y Ritz (2007) en el artículo Work-organizational and personal factors associated with upper body musculoskeletal disorders among sewing machine Operators en el cual se describe cómo los trabajadores que actualmente se desempeñan en la industria manufacturera en su mayoría son inmigrantes, los cuales se encuentran expuestos a mayores cargas físicas que desencadenan DME y que a la vez solo devengan el salario mínimo. De igual forma los autores exponen que muchos de estos trabajadores deben apoyar económicamente a miembros de su familia fuera de su propio hogar, ya que la mayoría de los trabajadores son de origen Hispano o asiático y sus recursos económicos no son lo suficientes, lo que promueve una extensión de horas de trabajo para adquirir una mayor remuneración, incrementando a su vez el tiempo de exposición a factores de riesgo por carga física y mental que traen como consecuencia la aparición de DME.

Por otra parte en un estudio realizado en Oslo-Noruega, los autores Mehlum, Kristensen, Kjuus y Wergeland (2008), en su artículo denominado ¿Son los factores ocupacionales factores determinantes de las desigualdades socioeconómicas en el dolor músculo esquelético? identifican que las desigualdades económicas son determinantes para padecer o adquirir un DME, debido a que las labores que ejercen los trabajadores de los Países Bajos son siempre operativas es decir siempre deben estar sometidos a la alta producción.

Factor Tecnológico

El contraste de los hallazgos identificados en este factor permite establecer la importancia que tienen las herramientas de trabajo al momento de realizar una labor determinada. Aghili, Asilian y Poursafa, (2012), identifica en su estudio cómo los trabajadores se ven obligados a adoptar posturas inadecuadas cuando las herramientas de trabajo que se utilizan no son las adecuadas para desempeñar la labor requerida, lo cual genera una aumento en la aparición de DME. Este hallazgo se corrobora en otro artículo escrito por Wang, Rempel, Harrison, Chan y Ritz (2007), en donde se hace una descripción detallada de las características típicas de una estación de trabajo de costura, en donde los elementos o herramientas de trabajo no son las más adecuadas para el desempeño de la actividad.

Se hace referencia a el uso de elementos no diseñados para dicha labor, como lo son el uso de silla de hogar no ajustables y cajas de cartón, constituyéndose en un factor determinante para la aparición de DME, debido a la poca tecnología de los puestos de trabajo de manufacturas.

Factor Ecológico-Geográfico

Las características y lugares geográficos son fundamentales para determinar los problemas de salud que padece o puede desencadenar una población. Un claro ejemplo de esto, es la descripción realizada por Wakjira - Ararso (2014), en el artículo "los *Factores ambientales y organizacionales asociados con los trastornos de codo, antebrazo, mano y muñeca en los operadores de máquinas de coser en la industria de confección en Etiopía*" en el cual pretenden describir la relación existente entre el trabajo a nivel industrial de una población específica ubicada en Galán, Oromia estado de Etiopía y el desarrollo de desórdenes musculoesqueléticos debido a la labor que desempeñan.

Este problema se empezó a desencadenar geográficamente en dicho lugar debido a que allí se acentuaron los inversionistas extranjeros y nacionales que fundaban empresas industriales, las cuales solamente se preocupaban por el hecho de producir y no tenían en cuenta el bienestar de sus trabajadores, lo que trajo como consecuencia el aumento significativo de DME. Por otra parte, otro claro ejemplo de la importancia de las condiciones geográficas y sociodemográficas es abordado por los autores Berberoğlu -Tokuçen (2013), en el estudio denominado "*Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo en dos fábricas textiles en Edirne, Turquía*" en donde se identificó que las condiciones sociodemográficas son altamente predominantes para desarrollar un DME y afectan negativamente al trabajador en su salud.

De acuerdo a lo indicado por los autores, esto se presenta en mayor proporción en los países en desarrollo, con mayor índice de desempleo, debido a que los empleadores que constituyen medianas industrias, hacen caso omiso a las medidas de seguridad y salud de sus trabajadores, lo cual ocasiona la aparición de molestias a nivel osteomuscular.

CONCLUSIONES

La búsqueda de información relacionada con la influencia de los factores PESTEL en la aparición de DME en la industria manufacturera, realizada para esta revisión documental, arrojó como principal hallazgo la falta de evidencias científicas, que aborden desde una visión ergonómica integral la influencia de los factores PESTEL en la aparición de DME. Sin embargo, es fundamental resaltar que hasta ahora se han realizado aportes y hallazgos en diversas investigaciones, que han contribuido con información importante relacionada con el tema de estudio, los cuales abordan la influencia de los factores PESTEL en la aparición de DME de manera individual y poco explícita, ya que no se hace referencia específica según el nombre de cada factor.

No obstante, el hecho de que sean mencionados en publicaciones como otros factores desencadenantes de DME, distintos a los factores de riesgos biomecánicos y psicosociales, logra darle peso científico a nuestra investigación, por lo cual a continuación son abordadas las conclusiones de manera individual según cada factor PESTEL y teniendo en cuenta los objetivos planteados para la realización de esta revisión documental.

Factor Político y Legal

La influencia de este factor es fundamental debido a que en cada uno de los hallazgos se encontró que las políticas de cada país, ciudad o empresas influyen de manera significativa en la aparición de DME. La legislación en el marco laboral de cada país es fundamental ya que cuando no se dictan políticas y leyes que exijan a las empresas velar por la seguridad y salud en el trabajo, los trabajadores recurren a adoptar otro tipo medidas que ellos consideran ayudan a resguardar su seguridad o derechos, las cuales van desde incapacidades por motivos de DME, actos inseguros y ausentismo laboral por otros motivos.

Factor Sociocultural

La diversidad de culturas, creencias y religiones en el mundo permiten realizar un análisis en el que se concluye que este factor es uno de los más predominantes e influyentes de manera directa en la generación de DME. En los artículos que se seleccionaron y estudiaron se evidenció que socioculturalmente existe una relación entre el género y la aparición de DME, pudiendo observar que en las diferentes culturas es el género femenino quien predomina en la industria manufacturera debido a la creencia de que es la mujer quien tiene mayor motricidad, destreza y estética para realizar dicha labor. Gracias a esto culturalmente es el género que mayormente se encuentra expuesto a la alta carga laboral en este tipo de industrias.

Por otra parte, cabe anotar que en diversas culturas las prácticas de ritos religiosos exigen la adopción de posturas inadecuadas, que contribuyen a la aparición de DME, sumado a que estos son realizados por los trabajadores de las industrias manufactureras en sus tiempos de descanso, lo cual dificulta de la recuperación física que requieren los trabajadores.

Factor Económico

Las desigualdades económicas muestran con mayor facilidad como cada vez un mayor número de trabajadores que laboran en industrias manufactureras refieren en algún momento de su vida algún tipo de DME, ya que son trabajadores de escasos recursos económicos que a su vez devengan el salario mínimo. Algunos trabajadores se ven obligados a laborar en distintas compañías al mismo tiempo para poder solventar sus necesidades económicas lo que los hace más susceptibles de desarrollar DME, debido a que aumentan el número de horas de exposición en sus puestos de trabajo para adquirir una mayor remuneración.

Factor Tecnológico

Es evidente que la poca tecnología implementada en cada una de las industrias manufactureras desfavorece la salud del trabajador, debido a que cuentan con pocos recursos tecnológicos que puedan aportar al bienestar del empleado, calidad de vida y producción, debido a que las herramientas y maquinarias no atienden a las necesidades de la actividad, obligando al trabajador a adquirir posiciones inadecuadas que generan DME.

Factor Ecológico-Geográfico

Las empresas manufactureras generalmente tienden a consolidarse en una región específica, obligando a la población que en ella habita a ejercer las actividades que esta industria les ofrece, exponiéndolos así al mismo factor de riesgo generador de DME. Por otro lado, es evidente que algunas condiciones sociodemográficas como el nivel de estudio, la accesibilidad o conocimiento de otros idiomas y los estratos sociales, son condicionantes para que los trabajadores de industrias manufactureras tengan que realizar dicha labor por muchos años sin la posibilidad de ascenso o cambio de actividad propiciando la aparición de DME.

Para finalizar se puede concluir que efectivamente cada uno de los factores PESTEL logra influir significativamente en la aparición de DME en los trabajadores de industrias manufacturera, lo cual quiere decir que debemos empezar a abordarlos de una manera integral como se expondrá a continuación en las recomendaciones.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda abordar desde una visión ergonómica la influencia de los Factores PESTEL en la aparición de DME en Industrias Manufacturera, con el fin de que no solo se contemplen los factores de riesgo biomecánicos y psicosociales como aquellos cuya exposición puede ser generadora de DME, sino también se analice cada uno de los componentes del sistema (Ser humano, objeto, espacio físico y entorno) y sus interacciones, teniendo en cuenta que los PESTEL, pueden afectar la sinergia del sistema, modificando la situación de trabajo e incidiendo en la aparición de DME.

- Múltiples estudios mencionan de forma individual y muy somera a los factores PESTEL como causantes de DME, por lo cual se recomienda realizar investigaciones en las que se pueda evidenciar la importancia de estos factores y su relación con la aparición de DME en la industria manufacturera.

- Se recomienda crear métodos de evaluación ergonómica integrales que contemplen en el estudio del sistema de trabajo los Factores PESTEL, con la finalidad de establecer un diagnóstico ergonómico completo.

- Se recomienda desarrollar a nivel organizacional, en las industrias manufactureras, programas en los que se desarrollen estudios de la población trabajadora, con alta posibilidad de padecer DME, con el fin de identificar los factores que puedan estar afectando a dicha población y establecer medidas correctivas, que contribuyan al logro de condiciones adecuadas de trabajo y bienestar, que a su vez permitan la optimización de los procesos y eviten pérdidas económicas.

- Se recomienda la implementación de sistemas socio-técnicos, en las industrias manufactureras, en los cuales se incluya el análisis no sólo de aspectos técnicos (equipos, métodos de producción) y sociales (relaciones interpersonales), sino también de los factores PESTEL, con el fin de asegurar un óptimo rendimiento y equilibrio en cada uno de los diferentes elementos de un sistema de trabajo.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aghili, M. M., Asilian, H., & Poursafa, P. (2012). Evaluation of musculoskeletal disorders in sewing machine operators of a shoe manufacturing factory in Iran. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *62*(3), 20-25.
- Berberoğlu, U., & Tokuç, B. (2013). Work-related musculoskeletal disorders at two textile factories in Edirne, Turkey. *Balkan medical journal*, *2013*(1).
- Chaman, R., Aliyari, R., Sadeghian, F., Vatani Shoaa, J., Masoudi, M., Zahedi, S., & Bakhshi, M. A. (2015). Psychosocial Factors and Musculoskeletal Pain Among Rural Hand-woven Carpet Weavers in Iran. *Safety and Health at Work*, *6*(2), 120–127. http://doi.org/10.1016/j.shaw.2015.01.001
- Ghram, R., Fournier, C., Khalfallah, T., & Six, F. (2010). Analyse des facteurs socioculturels et survenue des troubles musculosquelettiques: le cas des couturières en Tunisie. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (12-2).

- Hooftman, W. E., Van Der Beek, A. J., Bongers, P. M., & Van Mechelen, W. (2009). Is there a gender difference in the effect of work-related physical and psychosocial risk factors on musculoskeletal symptoms and related sickness absence?. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 85-95.
- Kebede Deyyas, W., & Tafese, A. (2014). Environmental and Organizational Factors Associated with Elbow/Forearm and Hand/Wrist Disorder among Sewing Machine Operators of Garment Industry in Ethiopia. *Journal of environmental and public health*, *2014*.
- Lu, M. L., Nakata, A., Park, J. B., & Swanson, N. G. (2014). Workplace psychosocial factors associated with work-related injury absence: a study from a nationally representative sample of Korean workers. *International journal of behavioral medicine*, *21*(1), 42-52.
- Neupane, S., Miranda, H., Virtanen, P., Siukola, A., & Nygård, C. H. (2013). Do physical or psychosocial factors at work predict multi-site musculoskeletal pain? A 4-year follow-up study in an industrial population. *International archives of occupational and environmental health*, *86*(5), 581-589.
- Mehlum, I. S., Kristensen, P., Kjuus, H., & Wergeland, E. (2008). Are occupational factors important determinants of socioeconomic inequalities in musculoskeletal pain? *Scandinavian journal of work, environment & health*, 250-259.
- Wang, P. C., Harrison, R. J., Yu, F., Rempel, D. M., & Ritz, B. R. (2010). Follow-up of neck and shoulder pain among sewing machine operators: The Los Angeles garment study. *American journal of industrial medicine*, *53*(4), 352-360.
- Wang, P. C., Rempel, D. M., Harrison, R. J., Chan, J., & Ritz, B. R. (2007). Work-organizational and personal factors associated with upper body musculoskeletal disorders among sewing machine operators. *Occupational and environmental medicine*, *64*(12), 806-813.
- Sarabia, M. (2006). Ergonomía de Concepción. Bogotá D.C: Pontifica Universidad Javeriana.
- El número de accidentes y enfermedades relacionados con el trabajo sigue aumentando. (2005). Recuperado de http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2005/pr18/es/.
- Prevención de trastornos musculoesqueleticos en el lugar de trabajo. (2004). Recuperado de http://www.who.int/occupational_health/publications/en/pwh5sp.pdf.
- Piedrahita Lopera, H. (2004). Evidencias epidemiológicas entre factores de riesgo en el trabajo y los desórdenes músculo-esqueléticos. Mapfre medicina, 15(3), 212-221.
- El trastorno musculo esquelético en el ámbito laboral en cifras. (2012). Recuperado de http://www.oect.es/Observatorio/5%20Estudios%20tecnicos/Otros%20estudios%20tecnicos/Publicado/Ficheros/El%20TME%20en%20el%20%C3%A1mbito%20laboral%20en%20cifras.pdf.
- La VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. (2007). Recuperado de http://www.insht.es/Observatorio/Contenidos/InformesPropios/Desarrollados/Ficheros/Informe_VI_ENCT.pdf.
- Triana C. (2014). Prevalencia de desórdenes musculo esqueléticos y factores asociados en trabajadores de una industria de alimentos (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. Recuperado de https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15535/TrianaRamirezCarolina2014.pdf?sequence=1.
- segunda Encuesta Nacional de Condiciones de salud y trabajo (2013). Recuperado de http://ccs.org.co/salaprensa/images/Documentos/INFORME_EJECUTIVO_II%20ENCSST.pdf.
- Instituto de Seguros Sociales (1999). Síndrome de túnel del carpo, prevalencia de la enfermedad en poblaciones ocupacionalmente expuestas en Bogotá, Administradora de Riesgos Profesionales. Bogotá D.C.
- FASECOLDA (2015). Recuperado de http://www.fasecolda.com/index.php/ramos/riesgos-laborales/estadisticas-del-ramo/.
- Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIIU_Rev4ac.pdf.
- Protocolos de Intervención para la Prevención de Desórdenes Músculo Esqueléticos de Miembro Superior y de espalda en actividades de Manufactura (2011). Recuperado de http://www.bdigital.unal.edu.co/5998/1/9789587197853.pdf.
- Ministerio de la protección social (2006). Guía de atención integral basada en la evidencia para desórdenes musculoesqueléticos (DME) relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores (síndrome de túnel carpiano, epicondilitis y enfermedad de quervain) (GATI- DME). Recuperado de https://www.epssura.com/guias/guias_mmss.pdf.

Influencia del equipo de protección individual en el estrés fisiológico por calor en el personal especialista en extinción de incendios forestales (PEEIF)

RESUMEN / ABSTRACT

La extinción de incendios forestales es una ocupación físicamente exigente que se caracteriza por unas condiciones específicas que conllevan la exposición a altas temperaturas y a flujo de calor procedente de las llamas. En este contexto, el uso de ropa y otros elementos del equipo de protección individual (EPI) son necesarios para salvaguardar al trabajador de los riesgos no evitables. Sin embargo, llevar el EPI en estas condiciones puede incrementar la tensión fisiológica, al limitar la evaporación del sudor afectando al rendimiento físico y cognitivo. Por ello se analizan en pruebas de laboratorio en condiciones controladas, la influencia del traje de protección y el resto de elementos que forman el EPI en la respuesta termofisiológica (carga metabólica, frecuencia cardiaca, temperatura gastrointestinal y de la piel y tasa de sudoración). Los resultados obtenidos permitirán mejorar los procedimientos de adquisición equipos de protección individual y establecer protocolos de trabajo que aminoren la repercusión del estrés térmico en los trabajadores.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Estudiar los riesgos derivados del uso del EPI
Definir los elementos del EPI que más afectan al estrés térmico
Transferencia directa de conocimientos

AUTORES / AUTHORS

Ana Belén Carballo Leyenda
Universidad de León
abcarl@unileon.es
José Gerardo Villa Vicente
Universidad de León
jg.villa@unileon.es

INTRODUCCIÓN

La extinción de incendios forestales es una actividad física demandante (Rodríguez-Marroyo et al., 2012) que puede generar un gasto energético de 2,400-3,000 kcal·día^{-1}, pudiéndose alcanzar valores de 12 kcal·min^{-1} en momentos puntuales (Cuddy et al., 2015). Además, los bomberos forestales pueden realizar su trabajo en condiciones adversas que implican la inhalación de humo y partículas (Adetona et al., 2016) y estar expuestos tanto a la radiación solar como de las llamas (Keiser y Rossi, 2008; Rodríguez-Marroyo et al., 2012), lo que aumenta el estrés por calor (Gonzalez-Alonso et al., 1999; Cheuvront et al., 2010). Bajo estas circunstancias, el uso de la ropa de protección personal puede incrementar la tensión fisiológica de los bomberos forestales (Carballo-Leyenda et al., 2017), pudiendo limitar su rendimiento. Generalmente, las características protectoras de la ropa pueden interferir en la termorregulación al reducir o impedir la transferencia de calor y la evaporación del sudor (Holmér, 2006; Cheung et al., 2010; Carballo-Leyenda et al., 2017). Por ello, en los últimos años ha adquirido especial relevancia el estudio de la respuesta termofisiológica de los bomberos forestales en función de las características de la ropa de protección (Den Hartog et al., 2016; Carballo-Leyenda et al., 2017).

En algunas profesiones el uso del traje de protección (TP) se complementa con otros elementos que conforman el personal Equipo de Protección Individual (EPI). El EPI tiene como finalidad proteger al trabajador de una amplia variedad de peligros y puede estar integrado por diversos elementos como casco, botas, guantes e incluso un equipo de respiración autónoma, como sucede en los bomberos de estructura (Selkirk and McLellan, 2004). El uso del EPI puede incrementar considerablemente, en función de sus características, la respuesta fisiológica de los sujetos. Tal es el caso del EPI de los bomberos de estructura, debido a su elevado aislamiento térmico y a que puede llegar a pesar 26 kg (Barr et al., 2010). Por ello, la repercusión metabólica y térmica del EPI en este colectivo laboral ha sido ampliamente analizada en la literatura (Sköldström, 1987; Smith et al., 1995; Selkirk y McLellan, 2004; Dreger et al., 2006; Bruce-Low et al., 2007; Taylor et al., 2012; Lee et al., 2014). Sin embargo, existe un escaso conocimiento sobre el efecto y la importancia que tienen los diferentes elementos que componen el EPI en la respuesta fisiológica de estos sujetos (Taylor et al., 2012; Lee et al., 2014). En este sentido recientemente, se ha informado de la importancia que tienen las botas en el incremento del estrés metabólico y térmico de los bomberos, pudiendo este ser incluso mayor al que conlleva el uso del TP (Taylor et al., 2012; Lee et al., 2014).

Hasta donde llega nuestro conocimiento el impacto fisiológico que tiene el EPI usado por los bomberos forestales ha sido escasamente estudiado (Budd et al., 1997; Den Hartog et al., 2016). Trabajos iniciales de Budd et al. (1997) compararon la respuesta termofisiológica del EPI con el uso de dos trajes con diferente aislamiento térmico. Más recientemente, Den Hartog et al. (2016) analizaron la influencia del EPI en el balance térmico según los tejidos usados en la fabricación del TP y su construcción. La respuesta termofisiológica y subjetiva que supone el uso aislado de diferentes TP también ha sido recientemente estudiada (Carballo-Leyenda et al., 2017). Aunque el comportamiento del balance térmico entre los TP estudiados en este último trabajo fue diferente, la respuesta fisiológica de estos no se modificó sustancialmente (Carballo-Leyenda et al., 2017). Posiblemente, ello fuera debido al protocolo utilizado. Los trabajos anteriormente mencionados (Budd et al., 1997; Den Hartog et al., 2016; Carballo-Leyenda et al., 2017) utilizaron protocolos con tasas metabólicas moderadas. Se ha informado de la necesidad de incrementar la intensidad del ejercicio para acentuar las diferencias entre los PPC (Kofler et al., 2015; Fontana et al., 2016). Así mismo, durante la extinción de incendios forestales los bomberos pueden realizar esfuerzos de mayor intensidad (Rodríguez-Marroyo et al., 2012; Cuddy et al., 2015). Así, conocer la contribución de cada uno de los diferentes elementos que forman el EPI en la respuesta fisiológica de los bomberos forestales a mayores tasas metabólicas podría ayudar a establecer estrategias de disipación del calor más efectivas. Por ello, el objetivo del presente estudio fue analizar la contribución que supone el TP y el resto de elementos que forman el EPI sobre la respuesta termofisiológica y subjetiva de los bomberos forestales durante la realización de un ejercicio físico moderado-intenso.

METODOLOGÍA

Participantes

Seis bomberos forestales activos y sanos (media ± desviación estándar; edad 30.6 ± 7.9 años, altura 1.77 ± 0.04 m, masa corporal 75.1 ± 11.3 kg, consumo máximo de oxígeno 53.7 ± 10.4 ml · kg^{-1}·min^{-1}, y superficie corporal 1.8 ± 0.3 m^2) participaron en este estudio. Los sujetos realizaron ejercicios de resistencia (45–60 min / sesión de entrenamiento) tres veces por semana como parte de su entrenamiento programado. El consentimiento informado por escrito se obtuvo de todos los voluntarios antes de su participación en el estudio. El protocolo experimental se desarrolló de acuerdo con la Conferencia de Helsinki para la investigación en sujetos humanos y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de León, España.

Diseño experimental

Cada sujeto realizó cuatro pruebas en cuatro sesiones separadas. Los test se separaron al menos durante 48 h, durante los cuales se pidió a los participantes que se abstuvieran de hacer ejercicio intenso, exponerse al sol y consumir alcohol. El primer test fue una prueba incremental máxima para determinar la capacidad aeróbica máxima de los sujetos (Bruce, 1971). Durante la segunda a la cuarta prueba, los sujetos realizaron, en un diseño equilibrado, una prueba de 120 minutos de duración portando 3 configuraciones diferentes de ropa: i) un equipo deportivo corto (SG) tradicional (es decir, pantalones cortos, camiseta de algodón, ropa interior y calcetines)), ii) un TP utilizado actualmente por los bomberos forestales españoles (65% de viscosa ignífuga, 30% nomex y 5% kevlar, 1,5 kg, gramaje 270 g·m^{-2}, resistencia térmica 0,019 m2·K·W^{-1} y resistencia a la evaporación 3.79 m^2·Pa·W^{-1}) y iii) el EPI completo usado en la extinción de incendios forestales en España (~ 6 kg). Este EPI incluye el traje de protección y diferentes artículos como casco, protección para el cuello, guantes, gafas y botas de piel. La misma ropa (*i.e.*, camiseta de algodón, calzoncillos y calcetines) se usó debajo de EPI y TP. Además, las mismas zapatillas para correr (250–300 g cada una) se usaron con SG y TP. Durante todas las pruebas, para simular un escenario real, los sujetos portaron una mochila (20 kg), que se usa habitualmente durante el combate de incendios forestales (Rodríguez-Marroyo et al., 2012).

Protocolo experimental

Todas las pruebas se realizaron en una cinta (h /p/cosmos pulsar, h/p/cosmos sports and medical GMBH, Nussdorf-Traunstein, Alemania). Cada prueba fue precedida por un calentamiento de 10 minutos al 60% de la frecuencia cardíaca máxima (8–10 km·h^{-1}) y 5 minutos de estiramiento. En la primera sesión de prueba, los sujetos realizaron una prueba máxima de acuerdo con el protocolo descrito por Bruce (1971). La prueba comenzó a una velocidad de 2.5 km·h^{-1} y una pendiente del 10%. La velocidad y la pendiente se incrementaron cada 3 minutos hasta el agotamiento. Los test incrementales de 120 min de duración se realizaron a la misma hora (12:00 – 15:00 h) en condiciones ambientales controladas: ~30ºC de temperatura ambiental y ~30% de humedad relativa (presión del aire ~692 mmHg), que simula las condiciones promedio analizadas durante la extinción de incendios forestales reales (Rodríguez-Marroyo et al., 2012). El protocolo experimental consistió en 6 estadios caminando a 6 km·h^{-1} con un aumento gradual de la pendiente (1, 2, 5, 8, 10 y 13%) y 5 min de períodos de recuperación pasiva intermedios. La duración de cada serie fue de 15 minutos, excepto la primera que fue de 20 minutos. Durante los períodos de recuperación, se administraron 0.15 ml·kg^{-1} de agua a 15 ºC por cada minuto de ejercicio (Selkirk y McLellan, 2004) para evitar que la deshidratación de los sujetos limitara la tasa de sudoración (Cheuvront et al., 2010). El protocolo utilizado en este estudio se basó en estudios previos (Selkirk y McLellan, 2004; Carballo-Leyenda et al., 2017) y la velocidad y la pendiente seleccionadas permitieron a los sujetos realizar una intensidad de ejercicio > 70% de la frecuencia cardíaca máxima, que simula las condiciones de trabajo de moderadas a altas alcanzadas durante la extinción de incendios forestales (Rodríguez-Marroyo et al., 2012).

Mediciones

La monitorización electrocardiográfica (Medisoft MedCard, Medisoft Group, Sorinnes, Bélgica) se realizó a lo largo de la prueba de Bruce para detectar problemas cardíacos. Durante todos los ensayos, la respuesta de la frecuencia cardíaca (FC) (RS800, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia) y el intercambio de gases respiratorios respiración a respiración se midieron continuamente cada 5 s (Medisoft Ergocard, Medisoft Group, Sorinnes, Bélgica), respectivamente. El consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) se tomó como la media móvil de los valores máximos en un periodo de 30 s. La temperatura gastrointestinal (T_{gi}) se registró mediante una cápsula de temperatura intestinal (VitalSense, Phillips Respironics, Bend, OR, EE. UU.) que se ingirió al menos 8 h antes del comienzo de los ensayos (Larsen et al., 2015). La temperatura de la piel (T_{skin}) se midió con parches dérmicos (VitalSense, Phillips Respironics, Bend, OR, EE. UU.) colocados en tres sitios: en el pecho a la altura del pectoral mayor izquierdo, en la cadera anterior derecha y en el muslo anterior derecho. La media de T_{skin} se calculó utilizando una versión modificada de la ecuación de Burton (1935) utilizando los coeficientes de ponderación del área de la superficie corporal descritos por Hardy y DuBois (1938):

$$T_{skin} = 0.60 \times T_{pecho} + 0.20 \times T_{cadera} + 0.20 \times T_{muslo} \quad [1]$$

T_{gi}, T_{skin}, así como los datos de FC y VO_2 de los últimos 5 minutos de cada estadio de ejercicio, se consideraron mediciones representativas de todo el estadio. La T_{gi} y la FC se utilizaron para calcular el índice de tensión fisiológica (PSI) según la ecuación descrita por Tikuisis (2002). Se tomaron muestras de sangre capilar del lóbulo de la oreja para medir la concentración de lactato en sangre (Lactate Scout, Senslab, Leipzig, Alemania) después del final de cada serie de ejercicios.

Durante los últimos 30 s de cada fase de ejercicio, la percepción subjetiva de esfuerzo (RPE) se registró utilizando la escala de Borg (6–20) (Borg, 1982). La escala fue explicada y administrada por el mismo investigador, preguntando sobre el esfuerzo percibido de los sujetos usando la misma pregunta. Se colocó una tarjeta de referencia delante de los sujetos para permitir una referencia inmediata a la escala. Además, la sensación térmica de los sujetos se registró al final de cada serie de ejercicios, utilizando una escala categórica (2–8) (Havenith y Heus, 2004).

Los sujetos, la ropa interior y cada componente del EPI se pesaron por separado (50K150, COBOS, Hospitalet de Llobregat, Barcelona, España) al principio y al final de cada prueba. Esto permitió calcular la producción total de sudor, el sudor retenido en la ropa y la evaporación del sudor (Havenith y Heus, 2004; Kofler et al., 2015). El sudor total se corrigió para la ingesta de líquido. Finalmente, la eficiencia del sudor se calculó como la relación entre la evaporación del sudor y el sudor total (Havenith y Heus, 2004).

Análisis estadístico

Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (SD). El supuesto de normalidad se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Las variables analizadas a lo largo de los ensayos (VO_2, ventilación, FC, concentración de lactato en sangre, T_{gi}, T_{skin}, PSI, RPE y TS) se compararon utilizando un ANOVA de dos vías de medidas repetidas con dos factores intra-sujetos (vestimenta y tiempo). Se aplicó un ANOVA de una vía con medidas repetidas para calcular las diferencias entre los diferentes parámetros de sudor. Cuando se encontró un valor F significativo, se usó la prueba de Bonferroni para establecer diferencias significativas entre las medias. La suposición de esfericidad se verificó utilizando la prueba de Mauchly, cuando se violó esta suposición se realizó el ajuste de Greenhouse-Geisser del nivel de significación. La relación entre las variables se determinó utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (r). Se utilizó el software estadístico SPSS V.19.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU.).

RESULTADOS

La duración de la prueba fue significativamente más corta ($p < 0.001$) cuando los sujetos llevaron el EPI (62.4 ± 13.3 min) respecto al TP (115.5 ± 5.0 min,) y SG (118.2 ± 20.7 min). Se encontró una interacción significativa entre la condición *ropa* y *tiempo* para las variables de ergospirométricas (Figura 1). Los mayores valores ($p < 0.05$) de VO_2, ventilación y FC en los minutos 40 y 60 se observaron al llevar el EPI. Llevar el TP incremetón significativamente ($p < 0.05$) el VO2 y la ventilación en comparación con SG en los últimos 20 min del test. La mayor ($p < 0.05$) concentración de lactato en sangre se analizó al portar el EPI completo y el TP en los minutos 60 y 120 (Figura 1).

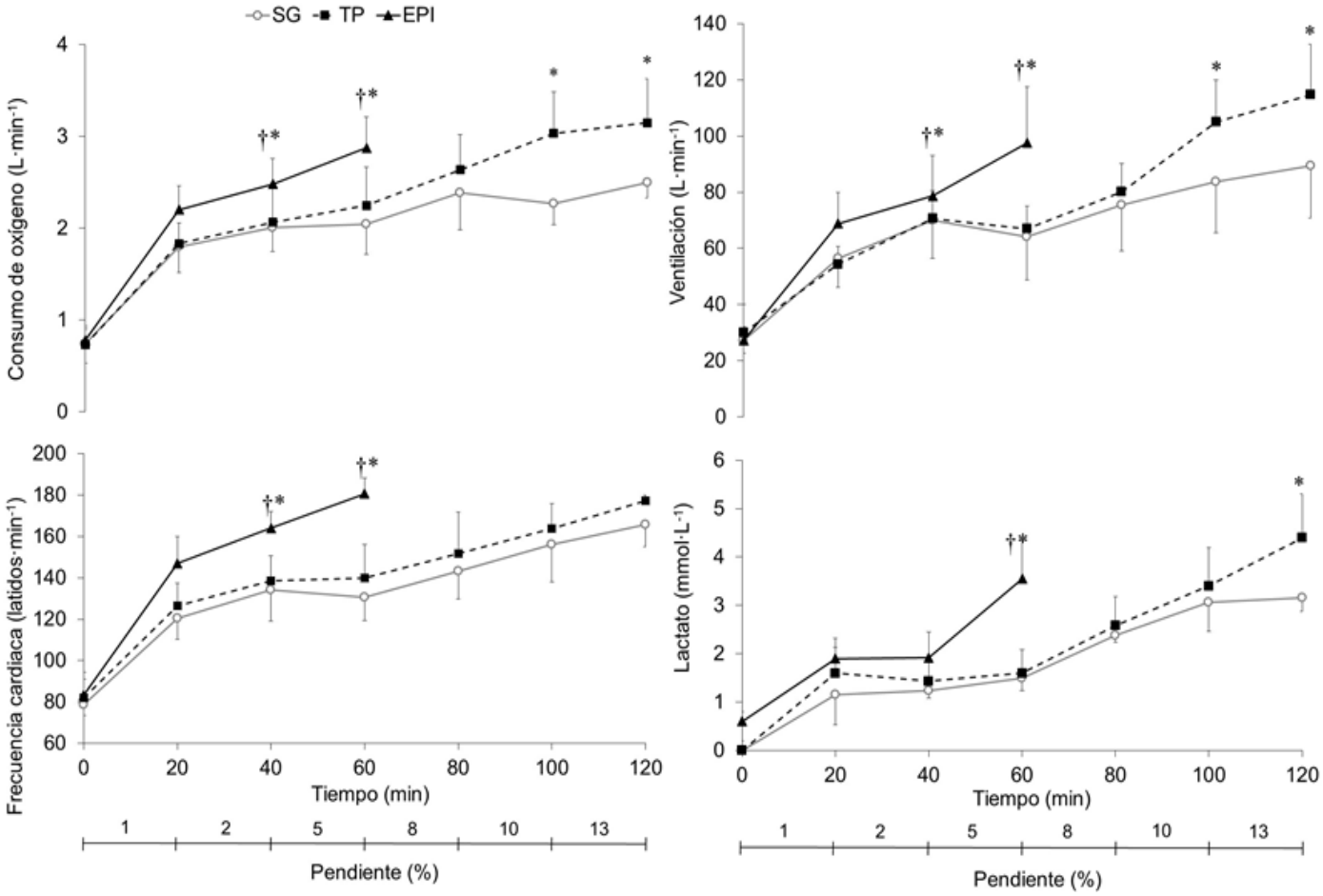


Figura 1. Comportamiento del consumo de oxígeno, la ventilación, la frecuencia cardiaca y concentración de lactato en sangre, durante las diferentes condiciones analizadas. †Diferencias con TP ($p < 0.05$). *Diferencias con SG ($p < 0.05$).

El uso del EPI supuso una T_{gi} ($p < 0.05$), T_{skin} ($p < 0.001$) y PSI ($p < 0.05$) más altas en toda la prueba frente los analizados con el SG. De manera similar, T_{skin} fue significativamente mayor ($p < 0.05$) con el EPI que con el TP desde el inicio de la prueba (Figura 2). El patrón de esta variable cambió notablemente entre TP y SG durante los últimos 20 minutos de la prueba ($p < 0.05$). Se obtuvieron correlaciones significativas de Pearson entre la tasa de aumento de T_{gi} ($r = - 0.76$; $p < 0.001$) y el aumento en T_{skin} ($r = –0.80$; $p < 0.001$) en comparación con la duración de la prueba. Hubo diferencias significativas al usar el EPI y el TP para el PSI en el minuto 40 ($p < 0.05$) y 60 ($p < 0.001$). Del mismo modo, el PSI fue mayor con el TP que con el SG al final de la prueba ($p < 0.05$) (Figura 2).

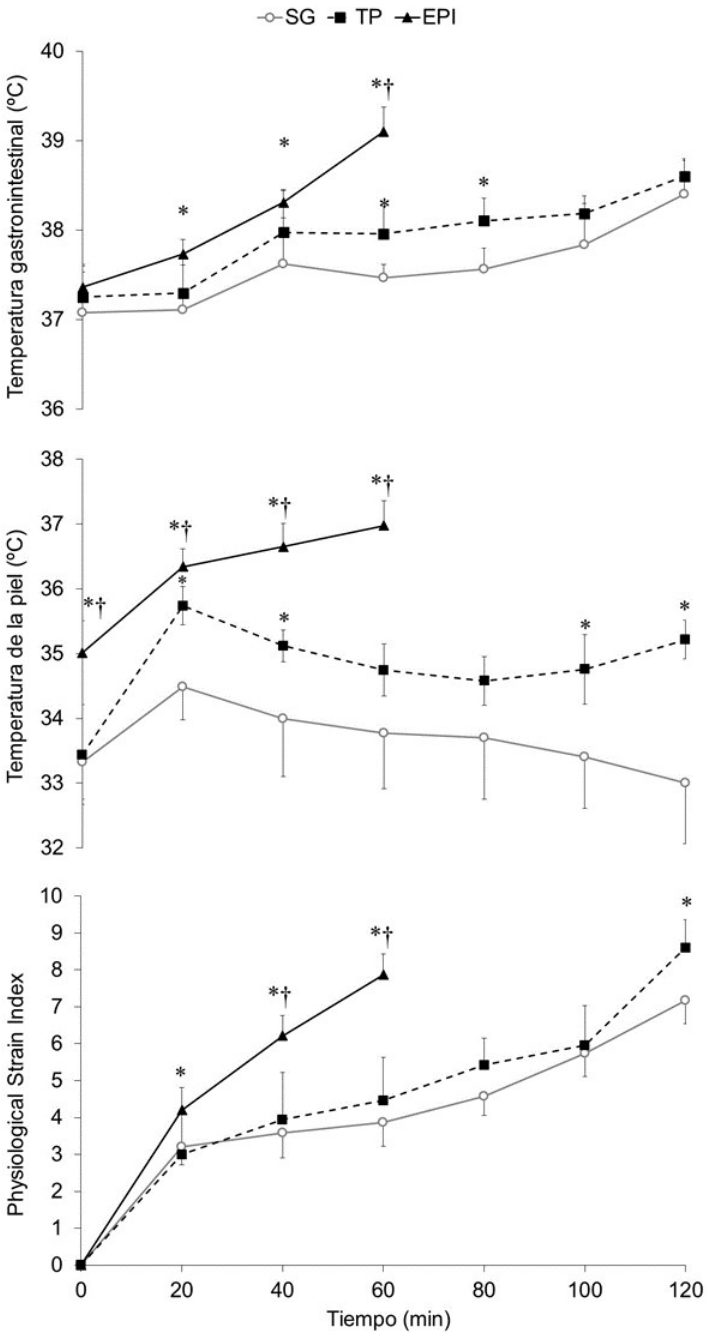


Figura 2. Comportamiento de la temperatura gastrointestinal (T_{gi}), temperatura media de la piel (T_{skin}) e índice de tensión fisiológica por calor (PSI) durante las diferentes condiciones analizadas. †Diferencias con TP ($p < 0.05$). *Diferencias con SG ($p < 0.05$).

Desde el minuto 40 hubo un aumento significativo ($p < 0.001$) en el RPE y la sensación térmica al llevar el EPI (Figura 3). Finalmente, tanto las variables subjetivas (*i.e.,* RPE y sensación térmica) como fisiológicas (*i.e.,* VO_2, ventilación, FC, lactato sanguíneo, T_{gi}, T_{skin} y PSI), excepto T_{skin} en la condición SG, aumentaron significativamente ($p < 0.05$) a lo largo del tiempo de prueba (Figura 1, 2 y 3).

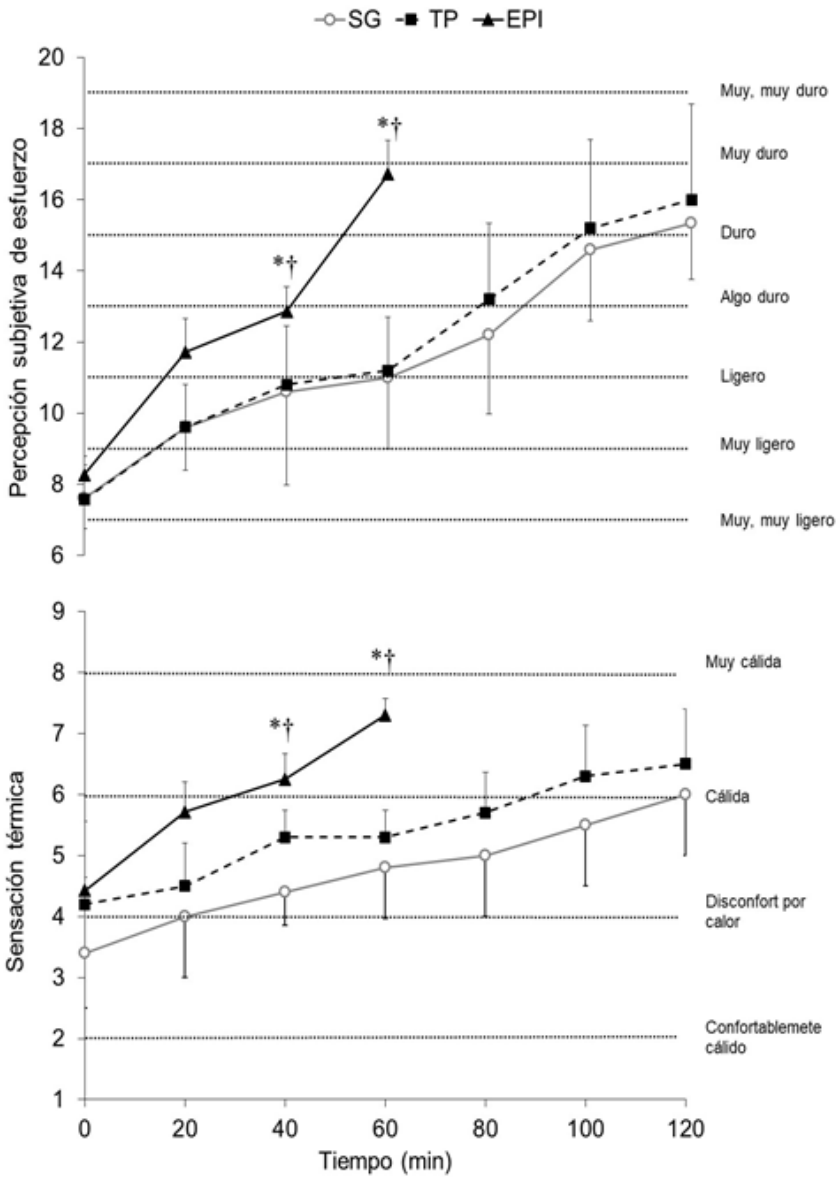


Figura 3. Percepción subjetiva de esfuerzo (RPE, Borg 1982) y sensación térmica durante las pruebas experimentales. †Diferencias con TP ($p < 0.05$). *Diferencias con SG ($p < 0.05$).

Aunque la tasa más alta de sudor se encontró al portar el EPI ($p < 0.05$), la producción total de sudor fue similar para todas las condiciones de la ropa (Tabla 1). El sudor retenido en el EPI y el TP fue significativamente mayor que el obtenido en la SG ($p < 0.05$). La menor evaporación ($p < 0.05$) del sudor y la eficiencia del sudor se obtuvieron usando el EPI. Además, se encontraron diferencias significativas entre PPC y SG para la eficiencia del sudor ($p < 0.05$).

Tabla 1. Parámetros de sudoración analizados (media ± SD)

	EPI	TP	SG
Sudor total producido (g)	2,045.1 ± 553.3	2,720.0 ± 566.5	2,426.7 ± 360.8
Tasa de sudoración ($g \cdot h^{-1}$)	1,924.6 ± 291.2†*	1,421.0 ± 401.9	1,213.3 ± 180.4
Sudor retenido (g)	1,045.7 ± 214.7*	978.3 ± 330.6*	510.0 ± 210.0
Sudor evaporado (g)	999.4 ± 493.4†*	1,741 ± 395.5	1,916 ± 286.4
Eficiencia evaporativa (%)	45.6 ± 18.3†*	64.3 ± 7.8*	79.3 ± 7.0

EPI, Equipo de Protección Individual. TP, traje de protección térmica. †Diferencias con TP ($p < 0.05$). *Diferencias con SG ($p < 0.05$)

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El principal hallazgo de este estudio fue que el uso de EPI en esfuerzos moderados-altos conduce a un aumento significativo en la respuesta fisiológica de los bomberos forestales. Esta tensión fisiológica se debió principalmente al impacto que el casco, el protector del cuello, los guantes y botas tuvieron en la evaporación del sudor y el aislamiento térmico. Este hecho causó una reducción significativa del rendimiento de los sujetos en comparación con el analizado cuando se usaron el TP y el SG.

La reducción del rendimiento provocada por el EPI frente a las otras configuraciones analizadas en este trabajo fue de ~50%. Esta reducción en el tiempo de esfuerzo fue similar a la reportada previamente en bomberos de estructura (Montain et al., 1994; McLellan et al., 1996; Taylor et al., 2012), donde el aislamiento térmico de la ropa de protección utilizada (~0.47 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$) (Holmér et al., 2006) fue sustancialmente más elevado que la del presente estudio (~0.23 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$) (Raimundo and Figueiredo, 2009). Colectivamente, nuestros resultados parecen indicar el alto impacto que el EPI puede tener en la respuesta termofisiológica de los bomberos forestales. De hecho, llevar puesto el TP sólo supuso una disminución del rendimiento del 17% frente al uso de la SG. Este resultado fue mayor que el obtenido (10%) por Fogarty et al. (2004) al estudiar el TP de bomberos de estructuras en condiciones cálidas (40ºC). Kofler et al. (2015) también obtuvieron una reducción del rendimiento del 10% con el uso de un traje de protección térmica, similar al del presente estudio, en condiciones templadas (25ºC). Posiblemente la elevada tasa metabólica alcanzada por nuestros sujetos (443.6 ± 41.4, 351.6 ± 57.3 y 336.7 ± 35.1 $W \cdot m^{-2}$ con el EPI, TP y SG, respectivamente) haya condicionado los resultados obtenidos. No existieron diferencias sustanciales en la respuesta del VO_2 con el uso del TP y el SG a tasas metabólicas moderadas (Figura 1). Ello coincide con los resultados obtenidos recientemente donde se ha mostrado que llevar el TP no causó un aumento significativo en la respuesta fisiológica de los sujetos a una intensidad de ejercicio moderada (Carballo-Leyenda et al., 2017).

El uso del EPI frente a la SG supuso un aumento medio del VO_2 de ~20%, que se incrementó en mayor medida al final de la prueba (~30 y ~45% en el minuto 40 y 60, respectivamente) (Figura 1). Este hecho pudo ser debido al peso del EPI utilizado (~6 kg) (Dorman and Havenith, 2009; Lee et al., 2014). Esto también explicaría los mayores incrementos analizados (>20%) con el uso del EPI en bomberos de estructura, donde el uso del equipo de respiración autonoma puede aumentar el peso del EPI hasta los 26 kg (Sköldström, 1987; Smith et al., 1995; Dreger et al., 2006; Taylor et al., 2012). Por otro lado, el uso de las botas pudo contribuir significativamente al aumento del coste metabólico al portar el EPI. Se ha indicado la importancia que tiene la distribución del peso respecto al centro de gravedad en la respuesta fisiológica de los sujetos (Dorman and Havenith, 2009; Taylor et al., 2012; Lee et al., 2014). Así, se ha mostrado que las botas de los bomberos de estructuras (~2.5 kg) pueden suponer un incremento del coste metabólico de hasta ~11% (Taylor et al., 2012). Por ello, puede ser pensado que las botas utilizadas en este estudio (~2.0 kg) podrían haber contribuido de manera relevante al aumento del VO_2. Finalmente, los sujetos de este estudio finalizaron la prueba con EPI alcanzando ~75% del VO_{2max}. Esta circunstancia ha sido previamente observada en bomberos de estructura (Sköldström, 1987; Smith et al., 1995; Taylor et al., 2012; Lee et al., 2014) y podría relacionarse con la fatiga muscular alcanzada con esta configuración (Lucía et al., 1999). Sin embargo, también sería plausible pensar que el aislamiento térmico del EPI conllevó un aumento excesivo de la temperatura corporal (Figura 2) que los sujetos no pudieron compensar y como consecuencia tuvieron que cesar en el esfuerzo para no comprometer su salud (Nielsen et al., 1993; González-Alonso et al., 1999; Tucker et al., 2006).

Las mayores FC fueron obtenidas con el uso del EPI (Figura 1). La FC fue de promedio ~20 ppm mayor con esta configuración, alcanzándose ~80% de la FC máxima ya en el primer estadio de prueba. Este aumento en la respuesta de la FC pudo ser consecuencia de la demanda metabólica y termorreguladora impuesta por el EPI (Ely et al., 2010; Cuddy et al., 2014). Llevar puesto el EPI se asocia a una restricción termorreguladora que implica un incremento del flujo sanguíneo cutáneo para tratar de favorecer la eliminación del calor corporal, aumentándose así la transferencia de calor seco y la sudoración (Smith et al., 1995; Selkirk y McLellan, 2004; Barr et al., 2010). El patrón de la FC durante los tests realizados con el TP y SG fue similar. Ello resalta la influencia que tuvieron las botas, guantes, casco y cubrenucas en el physiological strain analizado en el presente trabajo. No usar estos elementos increase the body surface exposed to the environment and thus facilitate the heat loss (Holmér, 2006; Lee et al., 2014). In addition, the low thermal insulation of the PPC used in this study allowed a greater heat dissipation (Carballo-Leyenda et al., 2017).

Las T_{gi} máximas encontradas en este estudio (Figura 2) indican que los sujetos alcanzaron una situación de estrés térmico incompensable al final de las pruebas (Den Hartog et al., 2016). Previamente se ha informado que una temperatura por encima de 38ºC puede ser un factor limitante de rendimiento durante el ejercicio en calor. (Gonzalez-Alonso et al., 1999). Todas las T_{gi} analizadas al final de las pruebas superaron este valor (~39 en la prueba con EPI, ~38.5ºC en el test con TP y SG). Sin embargo, el incremento de la temperatura fue aproximadamente el doble de rápido con el EPI (0.028 ± 0.007 $ºC \cdot min^{-1}$) que con el PPC (0.012 ± 0.004 $ºC \cdot min^{-1}$) o SG (0.011 ± 0.004 $ºC \cdot min^{-1}$). Esto sería una consecuencia directa del efecto combinado de una mayor producción de calor metabólico y la limitación de la disipación de calor que conlleva el uso del EPI, lo que contribuyó a incrementar de modo significativo tatno la T_{gi} como la T_{skin} (Figura 2) (Sköldström, 1987; Montain et al., 1994; Smith et al., 1995; Bruce-Low et al., 2007; Wen et al., 2015; Fontana et al., 2016). Este hecho pudo contribuir sustancialmente a reducir el tiempo de prueba con el EPI casi a la mitad[BCL2] , como confirma la elevada correlación inversa hallada entre la tasa de incremento de T_{gi} y T_{skin} respecto a tiempo de prueba.

Las T_{skin} observadas (Figura 2) resaltan la perdida de eficiencia en la disipación del calor debido principalmente al uso del PPE. El aumento promedio de la temperatura con esta configuración fue de 1.89 ± 0.48 ºC, más del doble del analizado con el PPC (0.77 ± 0.34 ºC). Este resultado fue menor al observado en otros trabajos (~3 ºC) con bomberos de estructura (Sköldström, 1987; Smith et al., 1995; Bruce-Low et al., 2007; Fontana et al., 2016) o llevando puesto trajes de protección química (Wen et al., 2015). Sin embargo una T_{skin} por encima de 35ºC y un gradiente $T_{gi} - T_{skin}$ reducido se han asociado con un incremento significativo del flujo sanguíneo periférico, el cual podría limitar el rendimiento aeróbico, incluso en ausencia de deshidratación (Ely et al., 2010; Cuddy et al., 2014; Faulkner et al., 2015). Valores por encima de 35ºC fueron analizadas con el PPE desde el inicio de prueba (Figura 2), además el gradiente $T_{gi} - T_{skin}$ en esta configuración fue menor (1.30 ± 0.30 ºC) que el analizado con PPC (3.02 ± 0.58 ºC) y SG (4.13 ± 0.44 ºC). Esto habría contribuido a aumentar sustancialmente la carga cardiovascular en la prueba con EPI y justificaría el ligero aumento de la FC cuando los sujetos llevaron puesto el TP (Cuddy et al., 2014).

Como consecuencia del comportamiento cardiovascular y térmico analizado en el presente estudio, la RPE, la sensación térmica y el PSI obtenidos al llevar puesto el EPI fueron mayores. La tendencia del RPE observado a lo largo de los ensayos (Figura 3) podría estar relacionada con la mayor carga cardiovascular analizada (Sköldström, 1987; Bruce-Low et al., 2007). El calor corporal almacenado asociado a una mayor T_{gi} y T_{skin} (Figura 2) pudo condicionar los valores de sensación térmica obtenidos en este estudio (Sköldström, 1987; Smith et al., 1995; Bruce-Low et al., 2007; Kofler et al., 2015). El estrés fisiológico de los bomberos forestales según el PSI medio analizado (~ 6.0) fue moderado. [JARM3] Este valor fue mayor al analizado previamente en incendios reales (~4.5) (Rodríguez-Marroyo et al., 2012) y es de la misma magnitud al reportado en bomberos de estructura portando el EPI (~6.0) durante pruebas experimentales de corta duración e intensidad moderada (Petruzzello et al., 2009). El valor final analizado con las diferentes configuraciones fue similar (~8.0) y se catalogó como *alto*. Sin embargo, llevando el EPI este valor se alcanzó en la mitad de tiempo, en este punto se analizó aproximadamente la mitad de puntuación (~3.5) llevando el PPC o el SG.

Como se ha sugerido arriba, el impacto del EPI sobre el aislamiento térmico y la evaporación del sudor condicionó la respuesta termofisiológica y subjetiva de los bomberos forestales (Sköldström, 1987; Holmér, 2006; Caldwell et al., 2011; Lee et al., 2014; Wen et al., 2015). Mientras que llevar puesto el TP (*i.e.*, 88% de la superficie corporal) conllevó una reducción de la eficiencia evaporativa del 19%, añadir los demás elementos del EPI (*i.e.*, casco, cubrenucas o braga de cuello, guantes, botas; 12% de la superficie corporal) supuso una pérdida añadida de la eficiencia del 28% (Tabla 1). Esta circunstancia pone de relieve la importancia de estos elementos en la evaporación del sudor. En este sentido el sudor evaporado en la prueba con EPI fue un 43% menor que el observado con el PPC, no existiendo diferencias entre TP y SG. Estos resultados están de acuerdo con esos previamente obtenidos con militares (Montain et al., 1994; Caldwell et al., 2011). Montain et al. (1994) hallaron una disminución en la evaporación de ~50% cuando compararon un conjunto que cubría completamente la superficie corporal frente a otro que dejaba cara y manos descubiertas, durante un ejercicio intenso en condiciones cálidas. El mismo hallazgo fue obtenido por Caldwell et al. (2011) al comparar una armadura de combate con casco o con gorro de tela en condiciones cálidas.

CONCLUSIONES

En conclusión, el aislamiento térmico que supone llevar el EPI condujo a una reducción en la evaporación del sudor, causando un aumento sustancial en la respuesta termofisiológica de los sujetos. Este hecho redujo notablemente el tiempo de esfuerzo de los bomberos forestales (~50%). Nuestros resultados resaltan la importancia del casco, la protección del cuello, los guantes y las botas en la tensión térmica de los sujetos.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (DEP2016-79762-P AEI/FEDER, UE) and Junta de Castilla y León (LE017G18) grant. Además este estudio no se habría podido llevar a cabo sin el apoyo económico y humano aportado por la Empresa de Transformación Agraria, S.A. (TRAGSA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adetona, O., Reinhardt, T. E., Domitrovich, J., Broyles, G., Adetona, A. M., Kleinman, M. T., et al. (2016). Review of the health effects of wildland fire smoke on wildland firefighters and the public. Inhal. Toxicol. 28, 95–139. doi: 10.3109/08958378.2016.1145771
2. Barr, D., Gregson, W., and Reilly, T. (2010). The thermal ergonomics offirefighting reviewed. Appl. Ergon. 41, 161–172. doi: 10.1016/j.apergo.2009.07.001
3. Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. Med. Sci. Sports Exerc. 14, 377–381. doi: 10.1249/00005768-198205000-00012
4. Bröde, P., Havenith, G., Wang, X., Candas, V., den Hartog, E. A., Griefahn, B., et al. (2008). Non-evaporative effects of a wet mid layer on heat transfer through protective clothing. Eur. J. Appl. Physiol. 104, 341–349. doi: 10.1007/s00421- 007-0629-y
5. Bruce, R. A. (1971). Exercise testing of patients with coronary heart disease. Ann. Clin. Res. 3, 323–332. Bruce-Low, S. S., Cotterrell, D., and Jones, G. E. (2007). Effect of wearing personal protective clothing and self-contained breathing apparatus on heart rate, temperature and oxygen consumption during stepping exercise and live fire training exercises. Ergonomics 50, 80–98. doi: 10.1080/00140130600980912
6. Budd, G. M., Brotherhood, J. R., Hendrie, A. L., Jeffery, S. E., Beasley, F. A., Costin, B. P., et al. (1997). Project aquarius 13. The thermal burden of high insulation and encapsulation in wildland firefighters clothing. Int. J.Wildl. Fire 7, 207–218. doi: 10.1071/WF9970207

7. Burton, A. C. (1935). Human calorimetry II. The average temperature of the tissues of the body. J. Nutr. 9, 261–280.
8. Caldwell, J. N., Engelen, L., van der Henst, C., Patterson, M. J., and Taylor, N. A. (2011). The interaction of body armor, low-intensity exercise, and hot- humid conditions on physiological strain and cognitive function.Mil. Med. 176, 488–493. doi: 10.7205/MILMED-D-10-00010
9. Carballo-Leyenda, B., Villa, J. G., López-Satué, J., and Rodríguez-Marroyo, J. A. (2017). Impact of different personal protective clothing on wildland firefighters'. Front. Physiol. 8:618. doi: 10.3389/fphys.2017.00618
10. Cheung, S. S. (2007). "Neuropsychological determinants of exercise tolerance in the heat," in Progress in Brain Research, ed. S. S. Hari (New York, NY: Elsevier), 45–60.
11. Cheung, S. S., Petersen, S. R., and McLellan, T. M. (2010). Physiological strain and countermeasures with firefighting. Scand. J. Med. Sci. Sport 20, 103–116. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01215.x
12. Cheuvront, S. N., Kenefick, R. W., Montain, S. J., and Sawka, M. N. (2010). Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. J. Appl. Physiol. 109, 1989–1995. doi: 10.1152/japplphysiol.00367. 2010
13. Cuddy, J. S., Hailes, W. S., and Ruby, B. C. (2014). A reduced core to skin temperature gradient, not a critical core temperature, affects aerobic capacity in the heat. J. Therm. Biol. 43, 7–12. doi: 10.1016/j.jtherbio.2014. 04.002
14. Cuddy, J. S., Sol, J. A., Hailes, W. S., and Ruby, B. C. (2015). Work patterns dictate energy demands and thermal strain during wildland firefighting. Wilderness Environ. Med. 26, 221–226. doi: 10.1016/j.wem.2014.12.010
15. Den Hartog, E., Walker, M., and Barker, R. L. (2016). Total heat loss as a predictor of physiological response in wildland firefighter gear. Text. Res. J. 86, 710–726. doi: 10.1177/0040517515596926
16. Dorman, L. E., andHavenith, G. (2009). The effects of protective clothing on energy consumption during different activities. Eur. J. Appl. Physiol. 105, 463–470. doi: 10.1007/s00421-008-0924-2
17. Dreger, R. W., Jones, R. L., and Petersen, S. R. (2006). Effects of the self-contained breathing apparatus and fire protective clothing on maximal oxygen uptake. Ergonomics 49, 911–920. doi: 10.1080/00140130600667451
18. DuBois, D., and DuBois, E. F. (1916). A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. Arch. Int. Med. 17, 863–871. doi: 10.1001/archinte.1916.00080130010002
19. Ely, B. R., Cheuvront, S. N., Kenefick, R. W., and Sawka, M. N. (2010). Aerobic performance is degraded, despite modest hyperthermia, in hot environments. Med. Sci. Sports Exerc. 42, 135–141. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a db9fb
20. Faulkner, S. H., Hupperets, M., Hodder, S. G., and Havenith, G. (2015). Conductive and evaporative precooling lowers mean skin temperature and improves time trial performance in the heat. Scand. J. Med. Sci. Sports 25, 183–189. doi: 10.1111/sms.12373
21. Fogarty, A., Armstrong, K., Gordon, C., Groeller, H., Woods, B., Stocks, J., et al. (2004). Cardiovascular and thermal consequences of protective clothing: a comparison of clothed and unclothed states. Ergonomics 47, 1073–1086. doi: doi: 10.1080/00140130410001686311
22. Fontana, P., Saiani, F., Grütter, M., Croset, J.-P., Capt, A., Camenzind, M., et al. (2017). Exercise intensity dependent relevance of protective textile properties for human thermo-physiology. Text. Res. J. 87, 1425–1434. doi: 10.1177/ 0040517516654105
23. Gagge, A. P., and Gonzalez, R. R. (1996). "Mechanisms of heat exchange: biophysics and physiology," in Handbook of Physiology, Environmental Physiology, eds M. J. Fregly and C. M. Blatteis (Bethesda, MD: American Physiological Society), 45–84.
24. Givoni, B., and Goldman, R. F. (1972). Predicting rectal temperature response to work, environment, and clothing. J. Appl. Physiol. 32, 812–822. doi: 10.1152/ jappl.1972.32.6.812
25. González-Alonso, J., Teller, C., Andersen, S. L., Jensen, F. B., Hyldig, T., and Nielsen, B. (1999). Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. J. Appl. Physiol. 86, 1032–1039. doi: 10.1152/jappl.1999.86.3.1032
26. Hardy, J. D., and DuBois, E. F. (1938). Basal metabolism, radiation, convection and vaporization at temperatures of 22 to 35◦ C. J. Nutr. 15, 477–497. doi: 10.1093/jn/15.5.477
27. Havenith, G. (1999). Heat balance when wearing protective clothing. Ann. Occup. Hyg. 43, 289–296. doi: 10.1016/S0003-4878(99)00051-4
28. Havenith, G., and Heus, R. (2004). A test battery related to ergonomics of protective clothing. Appl. Ergon. 35, 3–20. doi: 10.1016/j.apergo.2003.11.001
29. Holmér, I. (2006). Protective clothing in hot environments. Ind. Health 44, 404–413. doi: 10.2486/indhealth.44.404
30. Holmér, I., Kuklane, K., and Gao, C. (2006). Test of firefighter's turnout gear in hot and humid air exposure. Int. J. Occup. Saf. Ergon. 12, 297–305. doi: 10.1080/10803548.2006.11076689
31. Jay, O., Reardon, F. D., Webb, P., Ducharme, M. B., Ramsay, T., Nettlefold, L., et al. (2007). Estimating changes in mean body temperature for humans during exercise using core and skin temperatures is inaccurate even with a correction factor. J. Appl. Physiol. 103, 443–451. doi: 10.1152/japplphysiol.00117. 2007

32. Jose, A. D., Stitt, F., and Collison, D. (1970). The effects of exercise and changes in body temperature on the intrinsic heart rate in man. Am. Heart J. 79, 488–498. doi: 10.1016/0002-8703(70)90254-1
33. Keiser, C., and Rossi, R. M. (2008). Temperature analysis for the prediction of steam formation and transfer in multilayer thermal protective clothing at low level thermal radiation. Text. Res. J. 78, 1025–1035. doi: 10.1177/00405175080 90484
34. Kofler, P., Burtscher, M., Heinrich, D., Bottoni, G., Caven, B., Bechtold, T., et al. (2015). Performance limitation and the role of core temperature when wearing light-weight workwear under moderate thermal conditions. J. Therm. Biol. 47, 83–90. doi: 10.1016/j.jtherbio.2014.11.007
35. Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. Front. Psychol. 4:863. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00863
36. Larsen, B., Snow, R., Williams-Bell, M., and Aisbett, B. (2015). Simulated firefighting task performance and physiology under very hot conditions. Front. Physiol. 6:322. doi: 10.3389/fphys.2015.00322
37. Lee, J.-Y., Kim, S., Jang, Y.-J., Baek, Y.-J., and Park, J. (2014). Component contribution of personal protective equipment to the alleviation of physiological strain in firefighters during work and recovery. Ergonomics 57, 1068–1077. doi: 10.1080/00140139.2014.907449
38. Lucía, A., Hoyos, J., Carvajal, A., and Chicharro, J. L. (1999). Heart rate response to professional road cycling: the Tour de France. Int. J. Sports Med. 20, 167–172. doi: 10.1055/s-1999-970284
39. McLellan, T. M., Daanen, H. A. M., and Cheung, S. S. (2013). Encapsulated environment. Compr. Physiol. 3, 1363–1391. doi: 10.1002/cphy.c130002
40. McLellan, T. M., Pope, J. I., Cain, J. B., and Cheung, S. S. (1996). Effects of metabolic rate and ambient vapour pressure on heat strain in protective clothing. Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. 74, 518–527. doi: 10.1007/BF0237 6767
41. Montain, S. J., Sawka, M. N., Cadarette, B. S., Quigley, M. D., and McKay, J. M. (1994). Physiological tolerance to uncompensable heat stress: effects of exercise intensity, protective clothing, and climate. J. Appl. Physiol. 77, 216–222. doi: 10.1152/jappl.1994.77.1.216
42. Nielsen, B., Hales, J. R., Strange, S., Christensen, N. J., Warberg, J., and Saltin, B. (1993). Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. J. Physiol. 460, 467–485. doi: 10.1113/jphysiol.1993.sp019482
43. Nunneley, S. A. (1989). Heat stress in protective clothing. Interactions among physical and physiological factors. Scand. J. Work Environ. Health 15(Suppl. 1), 52–57.
44. Petruzzello, S. J., Gapin, J. I., Snook, E., and Smith, D. L. (2009). Perceptual and physiological heat strain: examination in firefighters in laboratory and field-based studies. Ergonomics 52, 747–754. doi: 10.1080/0014013080255 0216
45. Raimundo, A. M., and Figueiredo, A. R. (2009). Personal protective clothing and safety of firefighters near a high intensity fire front. Fire Saf. J. 44, 514–521. doi: 10.1016/j.firesaf.2008.10.00
46. Rasch, W., Samson, P., Cote, J., and Cabanac, M. (1991). Heat loss from the human head during exercise. J. Appl. Physiol. 71, 590–595. doi: 10.1152/jappl.1991.71. 2.590
47. Rodríguez-Marroyo, J. A., López-Satué, J., Pernía, R., Carballo, B., García-López, J., Foster, C., et al. (2012). Physiological work demands of Spanish wildland firefighters during wildfire suppression. Int. Arch. Occup. Environ. Health 85, 221–228. doi: 10.1007/s00420-011-0661-4
48. Selkirk, G. A., and McLellan, T. M. (2004). Physical work limits for Toronto firefighters in warm environments. J. Occup. Environ. Hyg. 1, 199–212. doi: 10.1080/15459620490432114
49. Shvartz, E. (1970). Effect of a cooling hood on physiological responses to work in a hot environment. J. Appl. Physiol. 29, 36–39. doi: 10.1152/jappl.1970.2 9.1.36
50. Sköldström, B. (1987). Physiological responses of fire fighters to workload and thermal stress. Ergonomics 30, 1589–1597. doi: 10.1080/001401387089 66049
51. Smith, D. L., Petruzzello, S. J., Kramer, J. M., Warner, S. E., Bone, B. G., and Misner, J. E. (1995). Selected physiological and psychobiological responses to physical activity in different configurations of firefighting gear. Ergonomics 38, 2065–2077. doi: 10.1080/00140139508925251
52. Taylor, N. A., Tipton, M. J., and Kenny, G. P. (2014). Considerations for the measurement of core, skin and mean body temperatures. J. Therm. Biol. 46, 72–101. doi: 10.1016/j.jtherbio.2014.10.006
53. Taylor, N. A. S., Lewis, M. C., Notley, S. R., and Peoples, G. E. (2012). A fractionation of the physiological burden of the personal protective equipment worn by firefighters. Eur. J. Appl. Physiol. 112, 2913–2921. doi: 10.1007/s00421-011-2267-7
54. Tikuisis, P.,McLellan, T. M., and Selkirk, G. (2002). Perceptual versus physiological heat strain during exercise-heat stress. Med. Sci. Sports Exerc. 34, 1454–1461. doi: 10.1249/01.mss.0000027764.43430.fe
55. Wen, S., Petersen, S., McQueen, R., and Batcheller, J. (2015). Modelling the physiological strain and physical burden of chemical protective coveralls. coveralls. Ergonomics 58, 2016–2031. doi: 10.1080/00140139.2015.105 1595

PADECIMIENTOS POR MALAS POSTURAS ERGONÓMICAS QUE SE PRESENTAN POR EL USO DE LAS COMPUTADORAS.

RESUMEN / ABSTRACT

En general la mayoría de las personas dedican un gran numero de horas al día para realizar las actividades inherentes a su profesión, bastan pocos años para que los usuarios de computadoras principalmente aquellos que no se despegan ni un minuto padezcan enfermedades que atentan contra la salud.

Algunos expertos cuya principal actividad es trabajar con computadoras personales concuerdan en que una persona que trabaja con un computador ejecuta por día entre 12 mil y 33 mil movimientos de cabeza y de ojos, entre 4 mil y 17 mil reacciones de las pupilas y 30 mil pulsaciones del teclado. Un esfuerzo demasiado grande.

Dentro de las enfermedades más comunes que padecen los usuarios en computación están los dolores de espalda, tendinitis y resequedad ocular, además, problemas de visión combinados con dolores de cabeza y de espalda.

“Está científicamente comprobado, por ejemplo, que los operarios de equipos tecnológicos son proclives a padecer dolores de espalda, manos y cuello, cuyas lesiones si se desatienden pueden devenir en trastornos severos y atroces”.

El presente trabajo es una investigación meramente documental en donde se presentan algunas recomendaciones y posturas ergonómicas para prevenir y evitar algunas de las patologías o padecimientos que enfrentan los usuarios de los equipos de cómputo.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Enfermedades más comunes que padecen los usuarios en computación
posturas ergonómicas
Patologías que enfrentan los usuarios de las computadoras

AUTORES / AUTHORS

Margarita Máfara Hernández
Instituto Politécnico Nacional
mmafarah@hotmail.com
María Salomé Infante Chavira
Instituto Politécnico Nacional
salynfante@gmail.com
Imelda Máfara Hernández
Instituto Politécnico Nacional
imafarah@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El uso intensivo de aparatos electrónicos y el gran número de horas que se pasa frente a una computadora, llegan a ser dañino para la salud. El permanecer periodos largos de tiempo trabajando sin hacer pausas o con posturas inapropiadas generan deterioro en la salud.

En las oficinas, escuelas y hogares los usuarios de computadoras pasan muchas horas sentados sin actividad física, lo que genera problemas musculares y de los huesos a causa de una vida sedentaria, padecimientos que se van agravando con el paso del tiempo, y más aún, si no se tienen los cuidados necesarios como son, cuidar las posturas, escoger y colocar adecuadamente el mobiliario, y trabajar en espacios adecuados, sin olvidar la importancia de hacer ejercicio y una dieta balanceada.

Los usuarios de las computadoras deben tomar conciencia sobre los padecimientos o enfermedades que pueden provocar el no tener cuidado de las posturas, la posición entre el usuario los aparatos tecnológicos, elegir adecuadamente el tipo de mobiliario, y como evitar que se presenten estos padecimientos.

METODOLOGÍA

El presente trabajo es una investigación sobre estos temas meramente documental con apoyo de internet y bibliografía impresa en donde se presentan algunas recomendaciones y posturas ergonómicas para prevenir y evitar algunas de las patologías o padecimientos que enfrentan los usuarios de los equipos de cómputo. Se realizo una investigación sobre estos temas en internet, así como la revisión de literatura impresa.

Considerando los cambios vertiginosos que vive la sociedad; hoy en día no solo no se puede imaginar a un individuo desempeñando actividades inherentes a su vida cotidiana o profesional, sin el uso de las tecnologías, ahora bien no solo de las tecnologías sino en particular de las computadoras, que si bien son de gran utilidad para realizar diversas actividades también los son para realizar el trabajo, corregir documentos con la ya tan desarrollada tecnología, el uso de internet facilita la búsqueda de la información desde buscar algún dato de importancia, diversión, contratar algún viaje o realizar transacciones bancarias (por mencionar algunas de las actividades más comunes), ahora bien para realizar esas actividades se pueden utilizar diversos medios tecnológicos, como celulares y computadoras, etc.

En los tiempos actuales en este mundo inmerso de ciencia principalmente en el área de la informática y de las comunicaciones (digitales principalmente), hoy en día se utiliza computadora en diversas instituciones laborales, escuelas y en la mayoría de los hogares.

Se invierten muchas horas para las lecturas encargadas por los centros escolares o universidades, de igual forma las personas que trabajan en oficinas pasan muchas horas laborales frente a pantallas o monitores de computación, celulares, videojuegos, etc. Lo que ha provocado que se incremente el numero de pacientes solicitando atención medica por diversas patologías causadas por el sedentarismo y con problemas en el sistema visual.

Niños, jóvenes y adultos han hecho un habito de su vida el uso de las computadoras, cada generación la utiliza de diferente forma y para diferentes actividades, pero la mayoría dedica una gran parte del día con un computador.

“El Instituto Nacional de Estadística y Geografía afirma que hay 42.3 millones de mexicanos con una computadora…”[1]

“Se estima que en México existen nueve millones de hogares con una computadora, lo que equivale al 30% de los hogares del país y un crecimiento de 6.9% en comparación con los datos del 2010”.[2]

No importa la actividad o el objetivo que se persiga al emplear una computadora; por otra parte, son muchas las horas en las que se utiliza lo cual ha provocado ciertos malestares y problemas de salud en los usuarios de las computadoras.

Descuidar algunos aspectos como la postura, la forma de sentarse, la distancia entre el usuario y el monitor de la computadora provocan algunas enfermedades, el desconocimiento de esas enfermedades y las precauciones que se deben observar son la causa principal por la que algunas personas se ven afectadas.

Con base en lo anterior se mencionan algunos de los padecimientos más comunes que experimentan los usuarios que trabajan largas jornadas con las computadoras.

Lesiones por movimientos repetitivos:

“Las lesiones por movimientos repetitivos se conocen por otros muchos nombres, como son trastornos en los miembros superiores de origen laboral, trastornos traumáticos acumulativos, síndrome de sobreuso ocupacional o enfermedades osteomusculares. Cualquiera que sea su denominación, se refieren a condiciones que afectan a los músculos, tendones, ligamentos, articulaciones o nervios en las extremidades superiores, en cualquier lugar entre el cuello y los dedos.

…La principal causa es trabajar durante largos periodos de tiempo en una postura incómoda o poco natural, sobre todo si el individuo en cuestión no se toma los descansos adecuados”.[3]

El usuario se queja de rigidez, calambres, entumecimiento, sensibilidad o hinchazón por el uso del ratón de escritorio, siendo este uno de los padecimientos más comunes.

Síndrome de túnel carpiano:

El síndrome de túnel carpiano se manifiesta por el conjunto de síntomas producidos por la compresión del nervio mediano que pasa por la muñeca del brazo. Dicho nervio debe atravesar un estrecho túnel que se forma por huesos y ligamentos, dicho túnel puede estrecharse y comprimir el nervio. Debido a que este nervio se encarga de la sensibilidad y movilidad de una parte de la mano, los síntomas se hacen notar de forma inmediata, principalmente en cuanto a alteraciones de la sensibilidad. Cuando ocurre el síndrome de túnel carpiano y los síntomas se mantienen durante más de 6 meses, sin responder al tratamiento, la mejor opción para arreglarlo es la cirugía.

Este síndrome puede ser considerado como enfermedad profesional, pues su incidencia va en aumento en los trabajos que realizamos en la actualidad, que exigen de una producción con ritmo elevado y poco espacio para descansar. El factor de mayor incremento para este padecimiento viene directamente del uso de las computadoras y teclados poco o nada ergonómicos, en los cuales trabajamos durante mucho tiempo. [4]

Hacer movimientos repetitivos favorece que aparezca el síndrome de túnel carpiano; este síndrome lo llegan a padecer los profesionales y usuarios cuyas actividades se realizan con computadoras, pero no es exclusivo de ellos también lo llegan a padecer los carpinteros, empacadores, ensambladores, violinistas jugadores de golf u otras actividades o profesiones que mueven frecuentemente la muñeca del brazo.

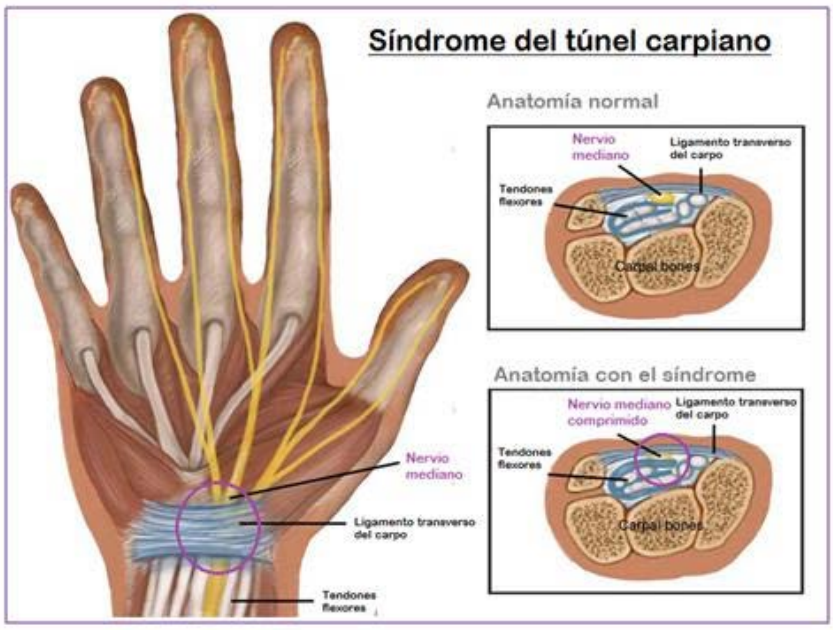


Ilustración 1 Síndrome de túnel carpiano.

https://elblogdefarmaciaarango.files.wordpress.com/2015/07/sindrome-tune...

Recuperada 21 febrero 2019.

Bursitis

La bursitis es un trastorno doloroso que afecta las pequeñas bolsas rellenas de líquido (bolsas sinoviales) que proporcionan amortiguación a los huesos, tendones y músculos alrededor de las articulaciones. La bursitis ocurre cuando estas bolsas se inflaman. Comúnmente se presenta en el hombro, codo, rodilla y codo.

Los movimientos repetitivos favorecen el aparecimiento de bursitis, las posiciones por ejemplo apoyarse en los codos por periodos largos de tiempo.



Ilustración 2 Bursitis

https://www.galezizur.com/consejos-bursitis/ *Recuperada 21 de febrero 2019*

Se recomienda tomarse descansos frecuentes alternando con otras actividades, hacer ejercicio para fortalecer los músculos.

De acuerdo con cifras presentadas por un periódico de circulación de la ciudad de México; “El Síndrome del túnel del carpo es un problema de salud pública que afecta al 10 por ciento de la población mundial, en especial a aquellos laboralmente activos y cada vez incapacita a personas más jóvenes”.

Tendinitis

La tendinitis es una inflamación del tendón de la muñeca, causada por la colocación incorrecta de las manos; se presentan por la forma en que se agarra el ratón lo que provoca dolor en los tendones.



Ilustración 3 Tendinitis.

https://tse3.mm.bing.net/th?id=OIP.wnuUCmnthHbAwiw1oq7-CgHaE3&pid=15.1&P=0&w=277&h=183. Recuperado 20 de febrero 2019

Algunas zonas del cuerpo con mayor afectación son los hombros, los codos los antebrazos las muñecas el cuello y los dedos.

Síndrome de ojo reseco

“La investigadora de Centro Interdisciplinario de Ciencias de salud (CICS) Unidad santo Tomas, Ma. Eulogia Peralta Peralta, señaló que, a partir de los 40 años, la producción de lagrimas del se humano disminuye de 40 a 50% pero por cuestiones fisiológicas, el problema se presenta más en las mujeres y, si a ello le agregamos que hay quienes pasan largas jornadas frente a una pantalla, la situación se agudiza más.”[5]

Alcances

Proporcionar información a los profesores, estudiantes y personal de apoyo del CECyT 7 Cuauhtémoc los riesgos que tiene el ocupar por períodos largos los medios digitales como la computadora, celulares, ipad, etc., para la salud del cuerpo humano y establecer medidas preventivas.

[1] INEGI. Hay 42 millones de personas con una PC y 37 millones con Internet en México. Recuperado en *https://www.fayerwayer.com/2012/08/inegi-hay-42-millones-de-personas-con... 20 de enero 2019*

[2] idem

[3] *Los costes y peligros de las lesione por movimientos repetitivos Real Stuff. Real insights. For the Real Forklift User. https://elevaciontotal.es/trabaje-sin-peligro/los-coste-y-peligros-de-las-lesiones-por-movimientos-repetitivos/?cookieAccepted=trueRecuperado 18 de febrero 2019.*

[4] *Síndrome de túnel carpiano http://www.fundacionunam.org.mx/salud/sindrome-de-tunel-carpiano/ Recuperado 16 de febrero 2019*

[5] *El universal. Ciudad de México 22/02/2017 El uso prolongado de computadoras genera el síndrome de ojo seco http://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/salud/2017/02/22/... 20 de febrero 2019*

RESULTADOS

Con la finalidad de mejorar las condiciones y posturas para quienes utilizan computadoras es necesario tomar algunas medidas ergonómicas; como son: la ubicación de los accesorios en el escritorio, los tipos de teclado, mouse, utilerías, etc., el tipo de mobiliario tanto el escritorio y las sillas deben estar a distancia adecuada del cuerpo de tal forma que los movimientos requeridos para realizar la actividad sean los menos agresivos e incomodos. Dado que se dispone de grandes cantidades de tiempo sentados se recomienda levantarse por lo menos 1 vez por periodos de trabajo de no más de dos horas. La altura del escritorio debe ser acorde con las dimensiones del cuerpo, ya que la altura varia de una persona de baja a estatura a la una persona alta,

El monitor debe colocarse en un lugar alto y a la altura de los ojos.

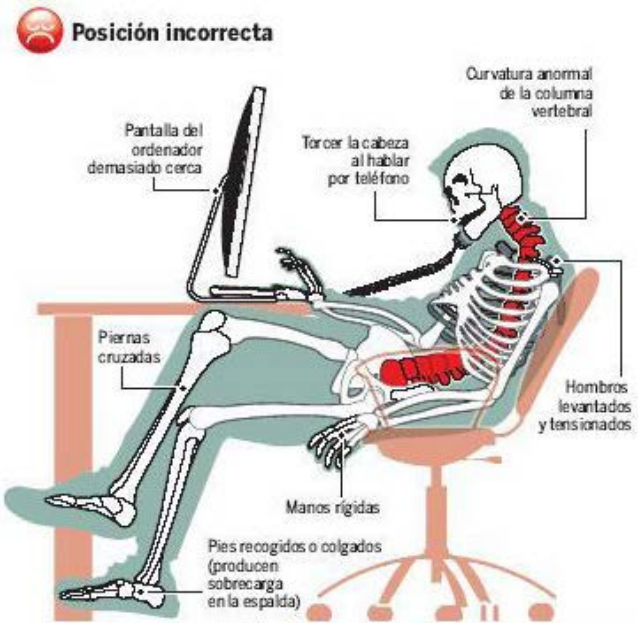


Ilustración 4 postura incorrecta recuperada en http://paraestudiantesdedecimo.blogspot.com/2013/03/postura-correcta-frente-un-computador.html 20 de febrero 2019.

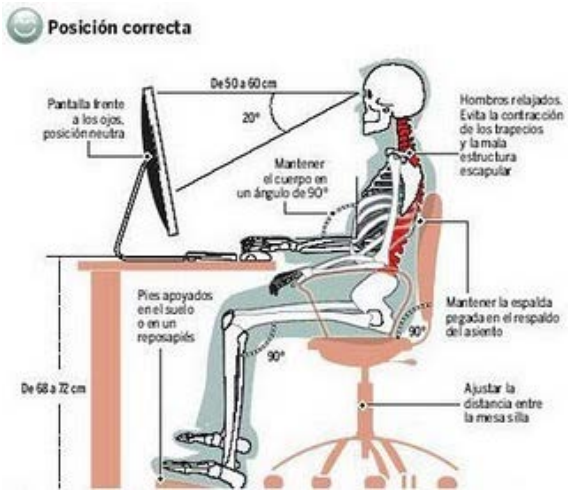


Ilustración 5 postura correcta. recuperada en http://maria-oficina.blogspot.com/ 20 de febrero 2019

En la ilustracion 6, se muestra posición, lugar, distancia y aspectos a considerar al colocar la computadora; como sujetar el mause, el teclado la forma correcta de sentarse , asi como, la postura correcta del usuario de la computadora.

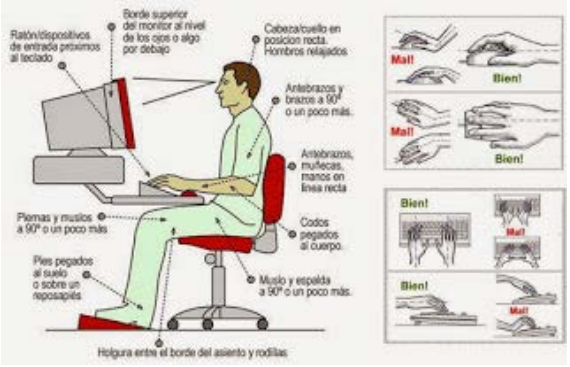


Ilustración 6 . Posturas frente al computador.Recuperado en https://ugc.kn3.net/i/origin/http://4.bp.blogspot.com/_yVICIne_Reo/Se8ZLg34OyI/AAAAAAAABDY/LpmiGb96gmg/s400/postura+ordenador.gif el 20 de febrero 2019.

De acuerdo con los expertos en la salud, con la finalidad de no atrofiar el hueso, del cuerpo se deben cambiar las posturas cada 15 minutos, levantarse de la silla y hacer algunos estiramientos, así como caminar, movimientos giratorios de cuello y cabeza, respirar al menos 5 veces, tomar suficientes líquidos,

Con el tiempo el cuerpo se atrofia; sin embargo, una recomendación para evitar que esto suceda la columna vertebral debe mantenerse recta, los hombros erguidos y la cabeza debe estar relajada por la carga excesiva de trabajo se llegan a tensar los músculos por lo que el usuario de computadora debe tener cuidado de vigilar sus posturas, probablemente los problemas no se logren visualizar en el corto plazos, pero a largo plazo va a repercutir en la salud.

Ejercicios y movimientos: ponerse de pie estirando pies manos agitando todo el cuerpo, rotaciones de cuello de pies de manos, estimula el flujo de sangre lo que permite la relajación de las vértebras. El sedentarismo acentúa que los efectos del síndrome del computador, de igual forma acentúan y provocan que se den problemas de circulación y respiratorios, por lo que una alimentación adecuada y practicar deportes son muy importantes para mejorar y mantener la salud.

El teclado debe encontrarse a la altura de los codos para descansar de forma permanente.es necesario retirar las manos del teclado para relajarlas y estirar los músculos para que no se entumezcan.

Las sillas deben ser de tipo ergonómico, giratorias, con patas equipadas con ruedas para facilitar el movimiento.

Algunas medidas sanitarias y de salud

- Acudir al oftalmólogo para hacer un examen visual completo.

El mobiliario debe acomodarse acorde a las necesidades del cuerpo

Mantener una correcta posición cuando se está sentado: la zona posterior para atrás, manteniendo la curvatura natural hacia adentro de la zona lumbar y un leve apoyo sobre el respaldo en la zona dorsal. Mantener los hombros relajados es mejor.

Se recomienda adquirir teclados ergonómicos. Es importante que la pantalla cuente con protector o que el usuario utilice lentes de color ámbar para reducir la exposición a la radiación.

CONCLUSIONES

Para evitar algunos padecimientos provocados por el uso de las computadoras, como son; las lesiones por movimientos repetitivos, es necesario dar prioridad al confort, cuidar los aspectos ergonómicos de las posturas de los usuarios de las computadoras, así como, las disposiciones de las mismas. Iluminación, el horario para trabajar.

Con la finalidad de prevenir una afección por túnel carpiano se recomienda utilizar muñequeras, realizar algunas pausas en el trabajo, hacer ejercicios con las manos, como son rotación de muñecas, estiramiento de dedos y las manos y evitar actividades repetitivas de ser necesario si ya se tiene el padecimiento acudir al medico para que le de seguimiento y un adecuado tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INEGI. Hay 42 millones de personas con una PC y 37 millones con Internet en México. Recuperado en *https://www.fayerwayer.com/2012/08/inegi-hay-42-millones-de-personas-con... 20 de enero 2019*

Los costes y peligros de las lesione por movimientos repetitivos Real Stuff. Real insights. For the Real Forklift User. https://elevaciontotal.es/trabaje-sin-peligro/los-coste-y-peligros-de-las-lesiones-por-movimientos-repetitivos/?cookieAccepted=trueRecuperado 18 de febrero 2019.

Síndrome de túnel carpiano http://www.fundacionunam.org.mx/salud/sindrome-de-tunel-carpiano/ Recuperado 16 de febrero 2019

Los costes y peligros de las lesione por movimientos repetitivos Real Stuff. Real insights. For the Real Forklift User. https://elevaciontotal.es/trabaje-sin-peligro/los-coste-y-peligros-de-las-lesiones-por-movimientos-repetitivos/?cookieAccepted=trueRecuperado 18 de febrero 2019.

El universal. Ciudad de México 22/02/2017 El uso prolongado de computadoras genera el síndrome de ojo seco http://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/salud/2017/02/22/... 20 de febrero 2019

https://elblogdefarmaciaarango.files.wordpress.com/2015/07/sindrome-tune...

Recuperada 21 febrero 2019.

https://www.galezizur.com/consejos-bursitis/ *Recuperada 21 de febrero 2019*

https://tse3.mm.bing.net/th?id=OIP.wnuUCmnthHbAwiw1oq7-CgHaE3&pid=15.1&P=0&w=277&h=183. Recuperado 20 de febrero 2019

_h*ttps://ugc.kn3.net/i/origin/http://4.bp.blogspot.com/_yVICIne_Reo/Se8ZLg34OyI/AAAAAAAABDY/LpmiGb96gmg/s400/postura+ordenador.gif Recuperado el 20 de febrero 2019.*

Ergo+50: metodología de valoración ergonómica dirigido a los trabajadores de mayor edad.

RESUMEN / ABSTRACT

El envejecimiento de la población en las sociedades occidentales tiene una un acusado impacto en la realidad social y sus efectos afectan a numerosos ámbitos, incluyendo el laboral.
El envejecimiento tiene implicaciones, tanto positivas como negativas, en las capacidades y habilidades de las personas. Mientras que algunas capacidades (visión, audición, fuerza…) pueden disminuir, algunas funciones cognitivas, como el control del uso del lenguaje o la capacidad para procesar problemas complejos, mejoran con la edad.
Aunque los efectos del envejecimiento en las capacidades han sido ampliamente estudiados, la variabilidad de la evolución de las personas hace necesario disponer de métodos de valoración que consideren a los trabajadores de mayor edad y, en especial, que valoren la capacidad para el trabajo y orienten hacia criterios que favorezcan la inserción laboral y la adaptación ergonómica de los puestos de trabajo.
Estos son los principios que han guiado el desarrollo de la metodología “Ergo+50”, un procedimiento de valoración ergonómica orientado a la detección de condiciones de trabajo que tienen una especial relación con el proceso de envejecimiento. La metodología incluye dos módulos interrelacionados que analizan, por un lado, las características de las tareas y puestos de trabajo (condiciones del entorno, aspectos cognitivos, carga física, diseño, organización, políticas…) y, por otro, las capacidades percibidas de los trabajadores de mayor edad, para llevar a cabo las tareas. Los resultados que se obtienen incluyen el diagnóstico priorizado de la situación, así como recomendaciones de mejora.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Trabajadores mayores
Envejecimiento en el trabajo
Evaluación de riesgos en trabajadores sensibles

AUTORES / AUTHORS

Alberto Ferreras Remesal
Instituto de Biomecánica de Valencia
alberto.ferreras@ibv.org
Alicia Piedrabuena Cuesta
Instituto de Biomecánica de Valencia
alicia.piedrabuena@ibv.org

INTRODUCCIÓN

A medida que la sociedad envejece, también lo hace la fuerza laboral. Según datos de Eurostat [1], los trabajadores mayores de 55 años actualmente representan el 16% de la fuerza laboral total en la Unión Europea. Para el año 2030, se espera que los trabajadores de entre 55 y 64 años constituyan el 30% o más de la fuerza laboral en muchos países europeos. La edad de jubilación está aumentando en muchos países y es probable que muchos trabajadores enfrenten vidas laborales más largas [2].

El envejecimiento en el trabajo es, por lo tanto, una realidad que afecta tanto a la salud y seguridad de los trabajadores como a la productividad y competitividad de las empresas. El envejecimiento en el trabajo está condicionado por la capacidad para el trabajo, la cual está determinada por la interacción entre las características de los trabajadores y las condiciones y requerimientos de trabajo.

La capacidad para el trabajo es un concepto complejo que abarca los aspectos individuales y ocupacionales que son esenciales al enfrentar las demandas del trabajo [3]. Los recursos individuales que influyen en la capacidad para el trabajo incluyen la salud de la persona, la capacidad funcional (física, mental, social), la competencia profesional (capacitación, habilidades, experiencia), la motivación y la satisfacción laboral. Con respecto a los factores ocupacionales que influyen en la forma en que se utilizan los recursos individuales, se pueden incluir las demandas de trabajo (físico, mental), el entorno y la organización del trabajo.

Como indica la Organización Mundial de la Salud [4]: "los cambios que ocurren durante el envejecimiento no son lineales o uniformes, y están solo vagamente asociados con la edad de una persona". Las variables individuales y la historia personal condicionan el envejecimiento individual. Sin embargo, desde un punto de vista biológico, el envejecimiento reduce las reservas fisiológicas y, por lo tanto, incrementa la probabilidad de tener una capacidad funcional reducida.

La asociación entre el trabajo y el envejecimiento puede verse, por tanto, desde dos perspectivas complementarias:

- En primer lugar, debido al proceso natural de envejecimiento, los trabajadores mayores pueden enfrentar problemas relacionados con el diseño de sus trabajos (por ejemplo, la fuerza manual disminuye con la edad, por lo tanto, una persona de 55 años no podrá realizar los mismos esfuerzos que cuando era joven).
- Por otro lado, ciertos trabajos pueden suponer un riesgo importante para las personas, lo que puede llevar a los trabajadores a enfrentar un proceso acelerado de envejecimiento o deterioro (por ejemplo, trabajo por turnos, trabajo en tareas pesadas, en condiciones ambientales extremas, etc.).

La capacidad de trabajo no solo está relacionada (negativamente) con el deterioro de la edad y la falta de adaptación del entorno. El desempeño de la carrera puede proporcionar ciertas ventajas a los trabajadores mayores, como la experiencia, la capacidad de resolver problemas complejos, trucos y atajos en ciertas tareas, la visión global de la empresa y su trabajo, etc.

La perspectiva ergonómica tiene un importante papel en la relación entre trabajo y envejecimiento. La ergonomía, desde una perspectiva laboral, se ocupa del ajuste entre las exigencias del trabajo y las capacidades del trabajador, de manera que las exigencias nunca sean mayores que las capacidades y que, por tanto, el desempeño del trabajo sea saludable, cómodo y eficiente.

En la evaluación de riesgos es importante tener en cuenta la diversidad de los trabajadores y prestar especial atención a aquellos empleados que puedan ser especialmente vulnerables tales como: empleados jóvenes, de edad avanzada, personas con discapacidades o mujeres. La edad es un aspecto más de la diversidad y deben tenerse en cuenta aquellos factores de riesgo específicos asociados a la misma. En el caso de los trabajadores de edad más avanzada los riesgos se asocian a los potenciales cambios en las capacidades funcionales. Sin embargo, como se ha mencionado, existe una gran variabilidad interindividual en cuanto a salud y aptitud física se refiere y dicha variabilidad se incrementa con la edad, por lo que no deberían realizarse suposiciones basadas meramente en la edad [2].

Por ello, los procedimientos ergonómicos de evaluación y adaptación que pretendan considerar a los trabajadores de mayor edad, deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Valorar la capacidad real (no la edad) y compararla con los requisitos del puesto.
- Fijarse especialmente en riesgos que pueden afectar en mayor medida a los trabajadores de más edad: carga física (repetitividad, esfuerzos), organizativos (trabajo a turnos y nocturno), ambientales (temperaturas extremas), psicosociales (habilidades obsoletas, carencia de formación

actualizada), etc.

La mayoría de procedimientos ergonómicos (listas de comprobación o métodos cuantitativos) se dirigen a la población general, por lo que no consideran que algunos trabajadores (por ejemplo, los trabajadores de mayor edad) puedan tener capacidades limitadas o diferentes. En algunos casos, existen diferentes estrategias o recomendaciones para adaptar estos métodos a los trabajadores de mayor edad, por ejemplo [4]:

- Bajar el "límite de peso recomendado" para calcular el riesgo de las tareas manuales de manejo de materiales.
- Agregar factores de penalización adicionales a la evaluación de las posturas (por ejemplo, arrodillarse, agacharse, permanecer de pie / sentado por mucho tiempo ...).
- Agregar un corrector multiplicativo de 0.6 al índice de riesgo cuando el trabajador afectado tenga más de 50 años.

Estos enfoques, aunque interesantes, no son completamente útiles, ya que no consideran la capacidad individual. Para resolver estos problemas, algunos métodos intentan especificar cuál es la capacidad de trabajo de individuos específicos. Una de las propuestas más conocidas en este sentido es el Work Ability Index (WAI) [5]. El WAI da una idea de la capacidad laboral percibida de los individuos a través de un cuestionario auto-cumplimentado que inclye aspectos sobre las condiciones de trabajo y la percepción de la salud personal. Aunque la información que proporciona el WAI es muy útil, presenta la limitación de basarse únicamente en datos subjetivos y en no poder contrastarse con las condiciones reales de trabajo.

Para solventar los problemas de estas metodologías, una buena aproximación debería incluir la valoración de las condiciones de trabajo (y especialmente de aquellas que tienen una mayor incidencia con la edad) y cotejar dichas condiciones con la capacidad percibida de los trabajadores mayores, de manera que se obtengan tanto los potenciales riesgos ergonómicos como los desajustes con las capacidades de la plantilla de mayor edad.

Estos son los principios que han guiado el desarrollo de la metodología “Ergo+50”, un procedimiento de valoración ergonómica orientado a la detección de condiciones de trabajo que tienen una especial relación con el proceso de envejecimiento.

METODOLOGÍA

La metodología empleada para desarrollar Ergo+50 ha incluido las siguientes etapas:

- Revisión documental sobre el proceso de envejecimiento y cómo afecta al desempeño del trabajo:
  - Extracción de aquellos aspectos en los que hay claras evidencias de modificación de las capacidades funcionales asociadas con la edad: reducción de la capacidad aeróbica, pérdida de movilidad articular, déficit sensorial (presbicia y presbiacusia), recuperación más lenta de enfermedades y lesiones, etc.
  - Búsqueda de los criterios ergonómicos que se relacionan con potenciales riesgos laborales (carga física, iluminación, ruido, carga mental, etc.), teniendo en cuenta especialmente aquellos aspectos en los que puede haber una mayor sensibilidad por parte de las personas de mayor edad.
- Revisión de las metodologías existentes para evaluar y adaptar puestos de trabajo:
  - Métodos clásicos de detección de riesgos ergonómicos, que permiten encontrar los factores causantes de lesiones musculo esqueléticas en aspectos como el manejo de cargas, la repetitividad o las posturas forzadas. Se han extraído las variables que condicionan los factores de riesgo y se han valorado las posibles variables correctores que algunos de estos procedimientos incorporan para adaptar el nivel de riesgo cuando existen trabajadores especialmente sensibles.
  - Métodos de Job Matching, que comparan las demandas del trabajo y las capacidades del trabajador. Son muy adecuados para detectar posibles desajustes entre las características del trabajador mayor y sus condiciones de trabajo y definir aquellos aspectos que necesitan modificarse. WAI [5], NedLabor [6] o ADAPTyAR [7] son ejemplos de este tipo de métodos.

En base a esta revisión, se han extraído las principales variables que deberían incluirse en un procedimiento que permita:

- Detectar aquellas condiciones de los puestos de trabajo que pueden tener una incidencia específica en los trabajadores de mayor edad.
- Valorar la capacidad funcional percibidad de los trabajadores mayores, sólo en aquellos aspectos

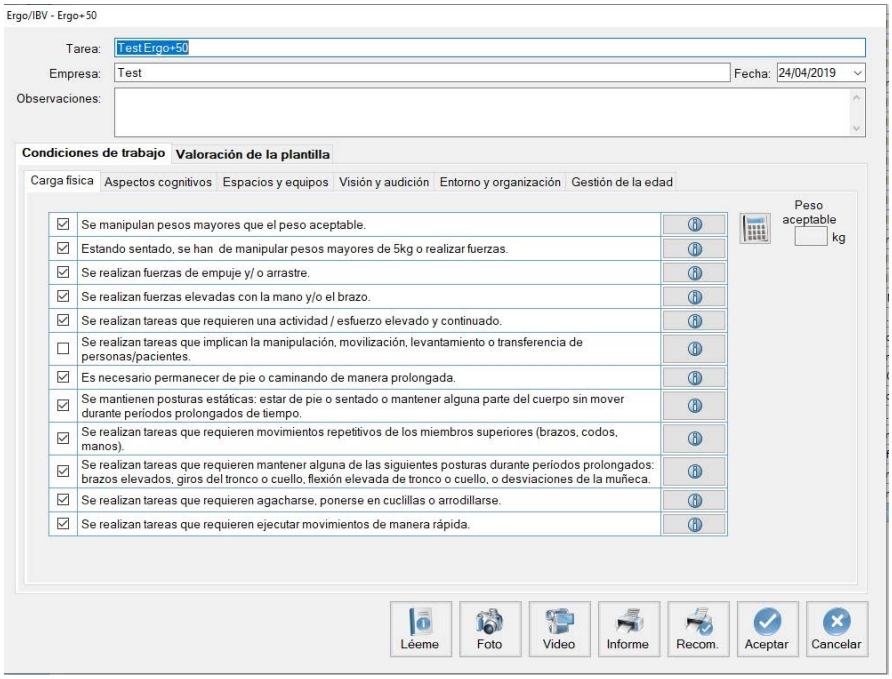
relacionados con el desempeño del trabajo.
- Comparar las condiciones de trabajo con las capacidades para obtener los desajustes que permitan priorizar los problemas detectados en el puesto de trabajo.
- Ofrecer recomendaciones de intervención basadas en los resultados obtenidos.

RESULTADOS

Ergo + 50 es una herramienta de evaluación ergonómica destinada a ayudar con la gestión de la edad en las empresas. La herramienta permite identificar las principales condiciones de trabajo que están relacionadas con la edad. La metodología incluye dos módulos interrelacionados que analizan, por un lado, las características de las tareas y, por otro lado, las capacidades percibidas de los trabajadores de mayor edad para llevar a cabo las tareas. Los resultados obtenidos incluyen el diagnóstico priorizado de la situación, así como recomendaciones de mejora.

Ergo+50 contiene dos cuestionarios que se completan de manera independiente:

- Cuestionario de valoración de las condiciones de trabajo: debe ser rellenado por la empresa y contiene ítems relacionados con las condiciones de trabajo, del puesto, del entorno y con la organización y gestión del trabajo.
- Cuestionario de valoración de la plantilla de mayor de edad: es individual, voluntario y confidencial, y debe ser rellenado por cada una de las personas trabajadoras de mayor edad de la empresa. Contiene ítems dirigidos a la valoración por parte de la plantilla de la capacidad para llevar a cabo las exigencias de trabajo y a la valoración de las medidas de la empresa relacionadas con la gestión de la edad.



Ambos cuestionarios son opcionales, lo que significa que es posible completar solo uno de ellos o ambos. Los resultados y recomendaciones serán diferentes dependiendo de esta elección.
La herramienta ofrece un informe para cada uno de los cuestionarios, que incluye recomendaciones para ayudar a controlar los riesgos detectados y, en caso de completar ambos cuestionarios, un informe que vincula las condiciones de trabajo con las evaluaciones de los trabajadores.
La herramienta Ergo + 50 es un módulo integrado en ErgoIBV [23], un software que permite evaluar los riesgos ergonómicos y psicosociales asociados con el trabajo.

Cuestionario de valoración de las condiciones de trabajo

El cuestionario se compone de un total de 48 ítems distribuidos entre 6 apartados. Dichos apartados son los siguientes:

- Apartado 1: Carga física.

- Apartado 2: Aspectos cognitivos.
- Apartado 3: Espacios y equipos.
- Apartado 4: Visión y audición.
- Apartado 5: Entorno y organización.
- Apartado 6: Gestión de la edad.

Las primeros cinco secciones incluyen preguntas sobre las condiciones de trabajo. Las preguntas que se han seleccionado incluyen aspectos en los que hay una mayor probabilidad de que la edad sea un factor de riesgo. Por ejemplo:

- Tareas que requieren un esfuerzo elevado y continuo.
- Permanecer de pie / sentado.
- Exposición a mucha información y / o estímulos.
- Alcance lateral o por detrás del cuerpo.
- Situaciones de deslumbramientos directos o indirectos.
- Sonidos y / o ruidos que pueden enmascarar mensajes auditivos importantes.
- Trabajo por turnos (incluidos los turnos de noche), etc.

La sexta sección incluye preguntas sobre cómo la compañía está administrando la edad. Los temas tratados aquí incluyen:

- Promoción de la salud.
- Vigilancia de la salud.
- Políticas de retorno al trabajo.
- Entrenamiento.
- Políticas de contratación y contratación.
- Transición a la jubilación.

Todas las preguntas están estructuradas en forma de una lista de verificación, en la que cualquier condición marcada implica un problema potencial que debe resolverse. Además, algunas preguntas incluyen realizar cálculos simples o un cuestionario extendido.

Cuestionario de valoración de la plantilla de mayor de edad

Aunque el cuestionario de condiciones de trabajo tiene como objetivo detectar aspectos que están altamente relacionados con el envejecimiento, muchas condiciones sólo serán un problema real dependiendo de las capacidades específicas de los trabajadores de mayor edad. Para averiguar estas capacidades se puede usar el cuestionario de valoración de la plantilla de mayor de edad.

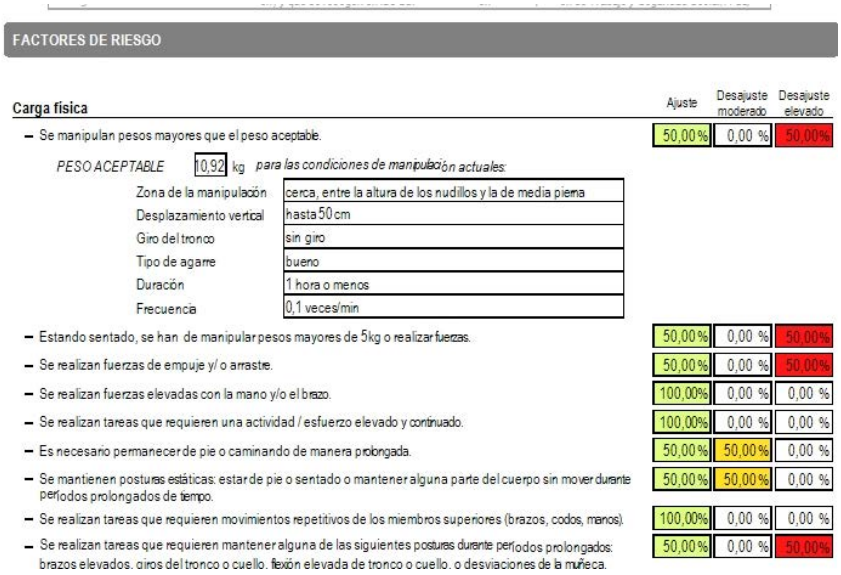
Este cuestionario es individual, voluntario y confidencial. Lo han de cumplimentar los trabajadores de mayor edad de la empresa (o de los lugares de trabajo específicos o secciones que se están analizando). Contiene elementos dirigidos a la evaluación de la capacidad percibida para llevar a cabo los requisitos de trabajo y la evaluación de las medidas de la empresa relacionadas con la gestión de la edad.

Después de que los trabajadores hayan completado este cuestionario, la empresa puede obtener un informe que incluya los porcentajes de capacidad percibida del personal.

Obtención de resultados

Si se han cumpliemtado los dos cuestionarios, el software Ergo + 50 ofrece los siguientes resultados:

- Los elementos potencialmente negativos que se han detectado en las condiciones de trabajo y las recomendaciones para mejorarlos.
- Los porcentajes de capacidad percibida del personal.
- La relación entre las condiciones de trabajo y la capacidad percibida de los trabajadores. Esta relación puede ser de tres tipos:
  - Ajuste : se da cuando la persona trabajadora considera que es capaz de cumplir la exigencia correspondiente sin limitaciones ni problemas.
  - Desajuste moderado: se da cuando la persona trabajadora considera que es capaz de cumplir la exigencia correspondiente, pero con problemas o molestias.
  - Desajuste elevado: se da cuando la persona trabajadora considera que no es capaz o que le cuesta mucho cumplir con la exigencia correspondiente.



FACTORES DE RIESGO

Carga física	Ajuste	Desajuste moderado	Desajuste elevado
– Se manipulan pesos mayores que el peso aceptable.	50,00 %	0,00 %	50,00%
PESO ACEPTABLE 10,92 kg *para las condiciones de manipulación actuales:*			
Zona de la manipulación: cerca, entre la altura de los nudillos y la de media pierna			
Desplazamiento vertical: hasta 50 cm			
Giro del tronco: sin giro			
Tipo de agarre: bueno			
Duración: 1 hora o menos			
Frecuencia: 0,1 veces/min			
– Estando sentado, se han de manipular pesos mayores de 5kg o realizar fuerzas.	50,00 %	0,00 %	50,00%
– Se realizan fuerzas de empuje y/ o arrastre.	50,00 %	0,00 %	50,00%
– Se realizan fuerzas elevadas con la mano y/o el brazo.	100,00%	0,00 %	0,00 %
– Se realizan tareas que requieren una actividad / esfuerzo elevado y continuado.	100,00%	0,00 %	0,00 %
– Es necesario permanecer de pie o caminando de manera prolongada.	50,00 %	50,00%	0,00 %
– Se mantienen posturas estáticas: estar de pie o sentado o mantener alguna parte del cuerpo sin mover durante períodos prolongados de tiempo.	50,00 %	50,00%	0,00 %
– Se realizan tareas que requieren movimientos repetitivos de los miembros superiores (brazos, codos, manos).	100,00%	0,00 %	0,00 %
– Se realizan tareas que requieren mantener alguna de las siguientes posturas durante períodos prolongados: brazos elevados, giros del tronco o cuello, flexión elevada de tronco o cuello, o desviaciones de la muñeca.	50,00 %	0,00 %	50,00%

La herramienta Ergo + 50 ofrece los resultados clasificados según la gravedad del desajuste, el porcentaje de trabajadores con problemas de capacidad / desajustes y la aparición de condiciones de trabajo negativas. Para cada uno de estos resultados, se pueden consultar recomendaciones de mejora.

CONCLUSIONES

Ergo + 50 es una herramienta de evaluación ergonómica destinada a facilitar la gestión de la edad en las empresas. Esta herramienta combina la evaluación ergonómica con la evaluación de las capacidades de los trabajadores. La combinación de ambos aspectos permite detectar los desajustes entre las condiciones de trabajo y las capacidades de la plantilla de mayor edad. Los resultados obtenidos incluyen el diagnóstico priorizado de la situación, así como recomendaciones de mejora.

La herramienta actualmente se ha implementado en el software ErgoIBV y se está probando en diferentes empresas del sector servicios, con el fin de validar la metodología utilizada y los resultados desarrollados. El proceso de validación permitirá refinar el procedimiento de evaluación y facilitará el desarrollo de nuevas aplicaciones y recomendaciones para ayudar a las empresas a gestionar el envejecimiento de sus trabajadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 'European Union Labour Force Survey - Eurostat'. [Online]. https://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/european-union-labour-force-... . [Consultado: 14-Feb-2019].
2. EU-OSHA, 'e-Guide Healthy Workplaces for all Ages', 2017. [Online]. https://eguides.osha.europa.eu/all-ages. [Consultado: 08-Nov-2018].
3. J. Ilmarinen, *Ageing workers in the European Union: status and promotion of work ability, employability, and employment*. Finnish Institute of Occupational Health, Ministry of Social Affairs and Health, Ministry of Labour, 1999.
4. A. Ferreras, A. Piedrabuena, M. C. G. Molina, P. Castelló, A. Page, and L. Tortosa, 'Trabajo y envejecimiento: mejora de las condiciones ergonómicas de la actividad laboral para la promoción de un envejecimiento saludable', *Prevención, trabajo y salud: Revista del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*, vol. 30, 2004.
5. K. Tuomi, J. Ilmarinen, A. Jahkola, L. Katajarinne, and A. Tulkki, *Work ability index*. Institute of Occupational Health Helsinki, 1994.
6. F. Peydro de Moya, M. J. Vivas, S. Pitarch, D. Garrido, I. Bermejo, and J. M. Belda, 'NedLabor/IBV, an application to evaluate the functional capacity of workers', *Revista de Biomecánica*, vol. 62, 2015.
7. Instituto de Biomecánica de Valencia - ADAPTyAR: Adaptación de puestos de trabajo y ajustes razonables. http://adaptyar.ibv.org/, 2009.

BIONIC: Sensores personalizados para la evaluación de riesgos y entrenamiento de trabajadores mayores

RESUMEN / ABSTRACT

Los modelos de evaluación de riesgos laborales se basan en determinar el riesgo asociado a la realización de tareas, considerando valores de referencia medios para las capacidades funcionales de los trabajadores. Así, estos modelos no suelen considerar capacidades específicas de individuos, siendo poco efectivos al prevenir situaciones de riesgo en poblaciones como trabajadores mayores, reincorporados después de una lesión, o personas con discapacidades leves.

Ajustar de forma más precisa el binomio capacidad funcional-demanda de puesto, requeriría de información directa sobre posturas, desplazamientos, giros articulares o manejo de cargas, realizadas en el desempeño diario del trabajador. Comparando estos registros con las capacidades reales, se obtendría un nivel de riesgo más representativo de la situación real del trabajador.

El proyecto europeo BIONIC se centra en definir un sistema de sensores corporales (BSN) para monitorizar al trabajador, con el fin de obtener de manera precisa el nivel de riesgo asociado a cada una de las tareas que realiza. Así, se pretende mejorar la protección frente a trastornos músculos esqueléticos, con un ajuste más dinámico entre capacidades y demandas, sobre todo en personas mayores de 45 años.

Este artículo presenta el proceso seguido para definir las especificaciones del sistema BIONIC, realizado bajo un enfoque de diseño centrado en el usuario, con la participación tanto de usuarios finales (trabajadores) como intermedios (profesionales de salud ocupacional y evaluación de riesgos). De este modo se pretende definir un sistema que genere información valiosa para empleado y empleador, sin que el trabajador sienta invadida su privacidad.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Monitorización de la actividad
Envejecimiento en el trabajo
Desajustes demandas-capacidades

AUTORES / AUTHORS

Alberto Ferreras Remesal
Instituto de Biomecánica de Valencia
alberto.ferreras@ibv.org
Juan Fernando Giménez Pla
Instituto de Biomecánica de Valencia
juanfernando.gimenez@ibv.org
Raquel Marzo Roselló
Instituto de Biomecánica de Valencia
raquel.marzo@ibv.org
Raquel Ruiz Folgado
Instituto de Biomecánica de Valencia
raquel.ruiz@ibv.org

INTRODUCCIÓN

Solo la mitad de los trabajadores europeos de entre 55 y 64 años de edad siguen trabajando actualmente, con fuertes diferencias de género y regionales. Para luchar contra las consecuencias del cambio demográfico, que ejerce una presión considerable sobre los sistemas de seguridad social, muchos países de la UE ya han aumentado la edad oficial de jubilación y, a menudo, también han restringido las posibilidades de jubilación anticipada. Esto solo se puede lograr si el trabajo se hace más sostenible para una fuerza laboral que envejece, en términos de buenas condiciones de trabajo, bienestar físico y mental, y equilibrio entre la vida personal y laboral. Sin embargo, las condiciones de trabajo en muchos sectores implican unos riesgos elevados en aspectos como la carga física (posturas, fuerzas, repetitividad) o mental. Estos riesgos se incrementan y se hacen más evidentes cuando afectan a la plantilla de mayor edad.

Para conseguir que las condiciones de trabajo sean adecuadas a las particularidades de los trabajadores, es necesario evaluar los riesgos a los que se exponen, y cómo estos afectan de manera individual a cada persona en función de sus características (capacidades, preferencias, estilo de trabajo, etc.). Este análisis permitiría ajustar las condiciones de trabajo de manera personalizada, optimizando los recursos, facilitando la intervención de médicos y ergónomos y permitiendo que los propios trabajadores participaran de manera activa en la mejora de sus condiciones de trabajo.

En la actualidad los modelos de evaluación de riesgos laborales se basan en determinar el riesgo asociado a la realización de tareas, considerando valores de referencia medios para las capacidades funcionales de los trabajadores. Así, estos modelos no suelen considerar capacidades específicas de individuos, siendo poco efectivos al prevenir situaciones de riesgo en poblaciones que se alejan del perfil medio, tales como trabajadores mayores, reincorporados después de una lesión, o personas con discapacidades leves.

Asimismo, tanto la evaluación como la intervención suelen realizarse de manera vicaria y diferida. Por un lado, los ajustes y adaptaciones de los puestos de trabajo suelen basarse en medidas indirectas y parciales, en vez de datos tomados de manera continua y que tengan relación con el perfil real de los trabajadores. Por otro lado, el elevado lapso de tiempo entre la evaluación y la intervención reduce la efectividad de las medidas, y no facilita que el propio trabajador sea consciente de los problemas y se implique en la resolución de los mismos.

Ajustar de forma más precisa el binomio capacidad funcional-demanda de puesto, requeriría de información directa sobre posturas, desplazamientos, giros articulares o manejo de cargas, realizadas en el desempeño diario del trabajador. Comparando estos registros con las capacidades reales, se obtendría un nivel de riesgo más representativo de la situación concreta del trabajador. Asimismo, sería preciso que esta medición se realizase de manera continuada, proporcionando información en tiempo real, de manera que se incrementen tanto la objetividad de la evaluación, como la adherencia del trabajador a las medidas a adoptar.

Por último, para que la mejora en la salud sea global, es importante considerar no sólo el impacto de las actividades laborales, sino también aquellas que se realizan fuera del trabajo, posibilitando que el trabajador pueda poner en práctica actividades saludables en diferentes entornos (trabajo, hogar, actividades de la vida diaria...).

METODOLOGÍA

El proyecto europeo BIONIC (https://bionic-h2020.eu/) se centra en definir un sistema de sensores corporales (Body Sensor Network - BSN) para monitorizar al trabajador, con el fin de registrar esfuerzos, posturas, movimientos corporales y variables fisiológicas, obteniendo a partir de los mismos y de manera precisa, el nivel de riesgo asociado a cada una de las tareas que realiza. Así, se pretende mejorar la protección frente a trastornos músculo-esqueléticos, con un ajuste más dinámico entre capacidades y demandas del puesto de trabajo, sobre todo en personas mayores de 45 años.

El objetivo general del proyecto es desarrollar una plataforma holística, no invasiva, autónoma y con garantía de privacidad para el trabajador, que proporcione alertas de riesgo en tiempo real y entrenamiento persuasivo continuo, facilitando el diseño de intervenciones en el lugar de trabajo adaptadas a las necesidades y los niveles de capacidad física del empleado de mayor edad.

Algunas de las claves del sistema que se está desarrollando incluyen:

- Modularidad y versatilidad, de manera que pueda aplicarse en diferentes entornos y situaciones. Durante el desarrollo del proyecto se van a llevar a cabo pilotos específicos con trabajadores

mayores en los sectores de la construcción y la industria.

- Facilidad y comodidad de uso: el sistema ha de estar integrado en la ropa de trabajo (o de diario) y se podrá comunicar con elementos de uso común, tales como los teléfonos inteligentes (smart phones).
- Desarrollo de una interfaz centrada en la usabilidad y la accesibilidad, en la que las estrategias de gamificación se ajusten a las necesidades y preferencias de los trabajadores de mayor edad. De esta manera se pretende asegurar la implicación del trabajador, para que sea protagonista en la prevención de los riesgos para la salud, tanto en el trabajo como en entornos lúdicos y de tiempo libre (no laborales).
- Asegurar que el usuario del sistema tiene el control total sobre los datos que se recogen y cómo se utilizan. Los aspectos de privacidad y seguridad han de ser factores clave que aseguren la aceptación del sistema en base tanto al valor y comodidad que proporciona, como a la confianza que genera.

El sistema BIONIC estará formado por los siguientes elementos:

- El sistema de sensores corporales (BSN) que permitirán la monitorización continuada de diferentes aspectos: posturas, movimientos, fuerzas, actividad, o factores ambientales.
- El sistema de procesamiento de la información, que incluye un chip de inteligencia artificial (AI). Este chip recopilará los datos en crudo (raw data) generados por el sistema de sensores, los procesará y los enviará a una aplicación alojada en el móvil del usuario. De esta manera se podrá generar informes personalizados sobre las actividades realizadas por el trabajador, su exposición a riesgos ergonómicos, una valoración funcional de sus capacidades, o las condiciones de trabajo reales. Del mismo modo, el chip de IA permite personalizar el equipo a las funcionalidades del usuario, estableciendo valores umbrales particulares para cada trabajador.
- Las aplicaciones de usuario, en las que se obtendrá la información relevante, actividades, y recomendaciones. Se han previsto tres apps:
  - La *app para trabajadores* incluirá recomendaciones tales como actividades para el control postural y la prevención de enfermedades, la recuperación de lesiones, o avisos basados en las actividades realizadas.
  - La *app para gestores y técnicos* incluirá información agregada sobre las condiciones de trabajo y los riesgos ergonómicos, y propondrá recomendaciones de diseño y organizativas para mejorar la seguridad, el confort y la productividad.
  - La *app para médicos* permitirá acceder a los riesgos de cada trabajador y a los desajustes basados en su capacidad funcional, facilitando la generación de actividades específicas para la mejora de la salud.

La primera fase para el desarrollo de BIONIC incluye la definición de las funciones del sistema, así como de los requisitos y necesidades de los usuarios finales (trabajadores mayores) e intermedios (médicos y técnicos) .Del mismo modo, se va a definir la configuración de los escenarios de uso del sistema, para desarrollar los proyectos piloto de aplicación en el ámbito de la construcción y la producción industrial (fabricación en cadena). La metodología empleada en esta primera fase del proyecto es la siguiente:

- Cuestionario específico para priorizar las funciones del sistema, incluyendo tanto el nivel de importancia como el grado de dificultad asociado a su desarrollo.
- Grupos de discusión con técnicos y usuarios para refinar las funciones del sistema (requisitos funcionales) y desarrollar las preferencias y necesidades de los usuarios (requisitos no funcionales tales como la usabilidad o la ergonomía,).
- Talleres específicos con los usuarios intermedios y finales de las empresas de construcción y fabricación industrial en las que se van a desarrollar los proyectos piloto, con el fin de definir casos de uso específicos del sistema para cada sector.

Una vez completada esta primera fase, las siguientes etapas implican el desarrollo técnico del sistema (sensores, modelos de análisis, gestión de datos, interacción con el usuario y desarrollo de las apps), así como la validación del sistema completo en condiciones de uso reales (en los sectores de la construcción e industrial).

RESULTADOS

Durante la primera fase del proyecto se han valorado las principales funciones que ha de incluir el sistema, así como los requisitos y necesidades de los usuarios intermedios y finales. Una vez refinada esta información, las funcionalidades y requerimientos esenciales del sistema son los siguientes:

- Uso continuado: El sistema ha de estar preparado para ser utilizado todo el día.
- Flexibilidad:

  - Modularidad. El BSN tiene ha de incluir cuatro subsistemas principales: Cabeza, tronco, miembros superiores y piernas. Estos módulos han de medir principalmente posturas y movimientos, aunque también han de estimar fuerzas y esfuerzos. Accesorios adicionales (por ejemplo, pulseras de actividad) pueden ser incorporados al sistema para medir otros parámetros como (ritmo cardíaco, respiración, etc.).
  - Adaptable a usuarios finales.
  - El sistema ha de ser capaz de ser utilizado en el trabajo (versión completa) y en casa (versión ligera).
  - Compatible con ropa estándar y de trabajo (incluidos los EPIs).
  - Configurable fácilmente por el usuario.
- Seguridad:
  - El sistema debe almacenar y compartir de forma segura los datos de usuario; seguridad de datos y privacidad durante las transmisiones inalámbricas.
  - Los trabajadores (usuarios finales) son los propietarios de los datos recopilados.
  - Retroalimentación e información privada.
- Técnicamente potente:
  - Análisis de datos y cálculo de parámetros de alto nivel, con una cantidad mínima de sensores.
  - Sistemas de comunicación robustos en entornos difíciles.
  - Preciso
  - Información y realimentación en tiempo real.
- Aceptado por el usuario. Los criterios para una alto grado de aceptación han de incluir:
  - Usabilidad (facilidad de aprendizaje, facilidad de uso y datos fáciles de interpretar), teniendo en cuenta el perfil de los usuarios (personas mayores con potenciales limitaciones físicas y nivel tecnológico bajo).
  - Sistema discreto (no intrusivo, no visible, con realimentación e información solo perceptible por el usuario).
  - Configurable: adaptable a las necesidades, preferencias y capacidades de los usuarios finales.
  - Información relevante que suponga un beneficio significativo para el usuario.
  - Asegurar la privacidad.

CONCLUSIONES

El proyecto Europeo BIONIC tiene como objetivo desarrollar una plataforma que evalúe en tiempo real y de forma personalizada el impacto del trabajo en la salud de trabajadores mayores, permitiendo el diseño de intervenciones en el lugar de trabajo que incluyan adaptaciones de la planificación y la producción.

Durante la primera fase del proyecto se han definido las principales funcionalidades del sistema, priorizadas por su importancia, aceptación y facilidad de desarrollo. Asimismo se han elaborado los requisitos de los usuarios finales (trabajadores mayores) e intermedios (técnicos y médicos) con el fin de conseguir un sistema que incluya una alta usabilidad y una elevada aceptación por parte de los usuarios. Los aspectos que se han identificado como clave son la modularidad, la posibilidad de configuración, la facilidad de uso y la privacidad.

Una vez completada esta primera fase, las siguientes etapas implican el desarrollo técnico de BIONIC (sensores, modelos de análisis, gestión de datos, interacción con el usuario y desarrollo de las apps), y la validación del sistema completo en condiciones de uso reales, en el ámbito de la construcción y la producción industrial.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto está coordinado por DKFI (Deutsches Forschungszentrum fur Kunstliche Intelligenz GMBH). Participan un total de 11 socios de 4 países (Alemania, España, Holanda, Grecia).

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea a través del contrato Nº 826304.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Página web del proyecto BIONIC: https://bionic-h2020.eu/
- Encuesta Europea de Condiciones de Trabajo (2015): https://www.eurofound.europa.eu/surveys/european-working-conditions-surveys/sixth-european-working-conditions-survey-2015
- González, J.; Rodríguez, E.; Oriol, M. (2017): “Serious Games on Health and Safety for Mobile Learning”. Fundación Laboral de la Construcción, Madrid (Spain). Proceedings of INTED17

Conference, 6th-8th March 2017, Valencia, Spain. Pages: 5804-5812.

- Tortosa, L.; Ferreras, A.; García-Molina, C.; Page, A. (2000). The ERGODIS/IBV method - A computer aided system for ergonomic assessment and fitting of workplaces to disabled workers. In: Ergonomic software toolsin product and workplace design (Landau, K., ed.). Institut für Arbeitsorganisation. Stuttgart, 2000.
- Piedrabuena, A.; Ferreras, A.; Castelló, P.; García, C.V.; Oltra, A.; Galvez, J.A.; Tortosa, L.; Page, Á. (2008) Recommendations for ergonomic design of workplaces and machinery in construction. En: Contemporary Ergonomics 2008. Editorial: Taylor & Francis. Editor/es: BUST, P.D.. Pag.: 179-184 de 793 págs.

Sistema de captura de movimiento y realidad virtual aplicada a métodos de evaluación ergonómica

RESUMEN / ABSTRACT

En este proyecto se implementa un sistema de captura de movimiento aplicado a la ergonomía. Permite realizar un análisis biomecánico integrando métodos de evaluación ergonómica, para identificar riesgos de lesiones musculo esqueléticas de un trabajador durante la ejecución de su tarea.

El sistema inalámbrico y portátil de cuerpo completo digitaliza en tiempo real y reproduce en un avatar el movimiento realizado por un trabajador mediante una serie de sensores inerciales situados en diferentes partes de su anatomía. Igualmente registra las posiciones y ángulos de las articulaciones, visualizando alertas de las posturas forzadas o ángulos críticos.

Se desarrolla un software que integra los diferentes métodos de evaluación ergonómica (ecuación de NIOSH, el método REBA y el método OCRA).

Este sistema facilita la labor del técnico de prevención, proporciona información, fiabilidad en las mediciones, se puede utilizar en cualquier entorno y permite aplicar los métodos ergonómicos más relevantes generando un informe final.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Realidad Virtual en la Ergonomía
Sistema de Captura de movimiento
Estudio Ergonómico

AUTORES / AUTHORS

Gustavo Adolfo Salcedo Eugenio
Universidad Politécnica de Cartagena
gustavosalcedo12@gmail.com
Álvaro Macián Morales
Universidad Politécnica de Cartagena
alvmacian@gmail.com
Lola Ojados González
Universidad Politécnica de Cartagena
lola.ojados@upct.es
Isidro Ibarra Berrocal
Universidad Politécnica de Cartagena
isidro.ibarra@upct.es
Bernardo Martin Górriz
Universidad Politécnica de Cartagena
b.martin@upct.es
Beatriz Miguel Hernández
Universidad Politécnica de Cartagena
beatriz.miguel@upct.es

INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías abarcan casi todas las disciplinas, la ergonomía puede aprovechar estas nuevas herramientas para implementarlas en alguno de sus métodos convencionales basados en técnicas de evaluación subjetiva. Actualmente, existen herramientas de medición que eliminan cualquier factor subjetivo y aportan datos objetivos para los análisis.

Un ejemplo de estas nuevas herramientas son los sistemas de captura de movimiento (MoCap), los cuales permiten registrar los movimientos del cuerpo humano, digitalizarlo y aplicarlo a un modelo digital. Posteriormente, estos movimientos digitalizados pueden analizarse en un escenario virtual utilizando los datos procesados que se capturaron y generando evaluaciones objetivas que podrían sustituir a los métodos actuales de observación para medir los ángulos posturales que son incluidos en un informe con una puntuación de riesgo.

Los datos objetivos que proporcionan estas nuevas tecnologías son esenciales para llevar a cabo evaluaciones ergonómicas. Los datos válidos muestran los efectos perjudiciales para la salud del entorno de trabajo ergonómicamente inadecuado.

Los sistemas MoCap se clasificar en dos grupos: sistemas ópticos y no ópticos.

Las soluciones ópticas se basan en la obtención de las posturas del cuerpo con cámaras especiales. La desventaja es que el seguimiento puede interrumpirse y perder datos durante movimientos complejos, uno o más marcadores pueden obstruirse por las propias extremidades de los sujetos.

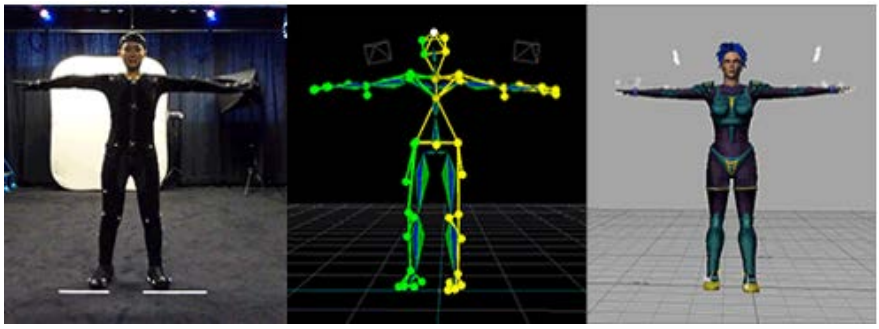


Figura 1. Sistema Óptico

Fuente: https://coatzayork1.wordpress.com/2015/03/15/post-proceso-del-mocap/

Los sistemas no ópticos eliminan los problemas anteriores. Uno de los más utilizados es el seguimiento inercial, se basa en un sistema microelectromecánico compuesto por un sensor que incluye un acelerómetro y un giroscopio: el acelerómetro mide la aceleración lineal y el giroscopio mide la velocidad angular. Después de equipar a la persona con un sensor en cada segmento del cuerpo, se realiza una calibración y se genera un personaje digital en un sistema de coordenadas de referencia 3D.



Figura 2. Sistema no óptico (seguimiento inercial).

Fuente: https://www.awn.com/news/mpc-puts-new-xsens-motion-capture-system-work

El seguimiento de ubicación se realiza utilizando los datos de aceleración de los sensores y calculando la posición real de ciertos segmentos del cuerpo en relación con el sistema de referencia. Los sensores pueden comunicarse con el receptor de datos a través de cables o, como solución inalámbrica, a través de ondas de radio.

Los sistemas MoCap son utilizados por empresas en múltiples campos de aplicación. Por ejemplo, en la Ingeniería se desarrollan productos ergonómicos, garantizando su correcto uso, favoreciendo posibles cambios rápidos durante el desarrollo. En Medicina, en el campo de la rehabilitación para el tratamiento de lesiones y en las Ciencias deportivas para mejorar el rendimiento y técnicas en los deportistas.

Otra tecnología que se aprovecha en este proyecto es la Realidad Virtual (VR) que se define como “un mundo virtual generado por ordenador en el que los usuarios sienten estar dentro de él”. Permite simular una experiencia sensorial, en un espacio real o imaginario, a través del cual se puede interaccionar en estos entornos, pudiendo tocar y mover objetos, caminar, etc. La realidad virtual se clasifica en:

- *Realidad virtual inmersiva*: Es una simulación de un ambiente tridimensional en el que el usuario percibe a través de estímulos sensoriales y se siente dentro del mundo virtual que está explorando. Lo hace a través de dispositivos como guantes, gafas, cascos o trajes especiales, y todos ellos capturan la posición y rotación de diferentes partes del cuerpo.
- *Realidad virtual no inmersiva*: La visualización de los elementos virtuales se hace a través de una pantalla. La interacción se hace a través de accesorios como el teclado, el ratón o el micrófono, que se convierten en el medio de entretenimiento.
- *Realidad virtual semi-inmersiva de proyección*: Se caracteriza por ser cuatro pantallas en forma de cubo, tres para las paredes y otra para el suelo, que rodean al usuario. Este necesita de unas gafas y un dispositivo de seguimiento de movimientos en la cabeza.



Figura 3. Realidad Virtual

Fuente: https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Trabajamos-para-crear-el-primer-laboratorio-de-realidad-virtual-en-Latinoamerica

En este proyecto se aplican las anteriores tecnologías a la especialidad de ergonomía, específicamente a la evaluación ergonómica. Los métodos de evaluación ergonómica permiten identificar y valorar los factores de riesgo presentes en los puestos de trabajo para, posteriormente, en base a los resultados obtenidos, plantear opciones de rediseño que reduzcan el riesgo y lo sitúen en niveles aceptables de exposición para el trabajador. La exposición al riesgo de un trabajador en un puesto de trabajo depende de la amplitud del riesgo al que se expone, de la frecuencia del riesgo y de su duración (las posturas forzadas, los levantamientos de carga, la repetitividad de movimientos, etc.). Dicha información es posible obtenerla mediante métodos de evaluación ergonómica. Existen una gran variedad de métodos de evaluación ergonómicos que pueden aplicarse: RULA, REBA, NIOSH, OWAS, OCRA, etc.

METODOLOGÍA

Se implementan dos tecnologías (Realidad Virtual y Captura de Movimiento). Estas tecnologías permiten reproducir en un mundo virtual, las posturas de un trabajador realizando una tarea, observar detalladamente cada movimiento y analizar ángulos para evaluar mediante métodos ergonómicos los posibles riesgos derivados de su actividad.

Utilizando el sistema MoCap basado en sensores inerciales de movimiento, se captura y registra digitalmente los movimientos humanos en un modelo digital en el software 3D (Unity) para que el personaje digital se mueva como la persona que realiza los movimientos. El sistema contiene un software que nos permite visualizar en tiempo real el movimiento resultante de la captura sobre un modelo biomecánico de una persona y ajustar su antropometría según nos interese. Posteriormente realizar un análisis biomecánico y complementarlo con un método de evaluación ergonómica para determinar si se pueden producir lesiones musculoesqueléticas durante la ejecución de la tarea.

Traje MOCAP (PERCEPTION NEURON PRO)

PERCEPTION NEURON PRO es un sistema de captura de movimiento de cuerpo completo, basado en sensores inerciales (IMU), que puede grabar datos de movimiento en cualquier lugar sin limitaciones de espacio y sin la necesidad de cámaras ópticas. Es completamente inalámbrico y puede usarse en cualquier condición de iluminación tanto en interiores como en exteriores, sin oclusión, cámaras o restricciones de línea de sitio. Con una alta tolerancia a los campos magnéticos y un hardware que puede soportar el movimiento dinámico, es una solución robusta para cineastas profesionales, animadores, investigadores en biomecánica, analistas deportivos, técnicos en ergonomía, artistas escénicos y entusiastas de la realidad virtual.



Figura 4. Perception Neuron Pro.

Fuente: https://neuronmocap.com/

El sistema modular se basa en el *NEURON* , un IMU compuesto por un GIROSCOPIO de 3 ejes, un ACELERÓMETRO de 3 ejes y un MAGNETÓMETRO de 3 ejes, además generan datos hasta 120 fps y una velocidad máxima de 96 Hz para proporciona datos precisos. Los datos se transmiten por WIFI a un ordenador. La fuerza del sistema radica en los algoritmos patentados Embeded Data Fusion, Human Body Dynamics y Physical Engine de Perception Neuron, que proporcionan un movimiento suave y con una latencia mínima.



Figura 5. Neuron IMU (Unidad de Medición Inercial)

Fuente: https://neuronmocap.com/content/perception-neuron-pro

Diseñado para ser portátil, el sistema viene con un estuche anti-mag rígido para almacenar el traje de captura de movimiento y sus accesorios. La "caja de la batería" de Perception Neuron PRO no solo almacena los sensores, sino que los calibra cuando se colocan dentro. La caja también funciona como una estación de carga donde los sensores se pueden recargar.



Figura 6. Estuche de carga y calibración.

Fuente: https://neuronmocap.com/content/perception-neuron-pro

El traje incluye hasta 17 sensores conectados al cuerpo. La red de correas del traje permite que los sensores se sitúen en las diferentes partes del cuerpo.

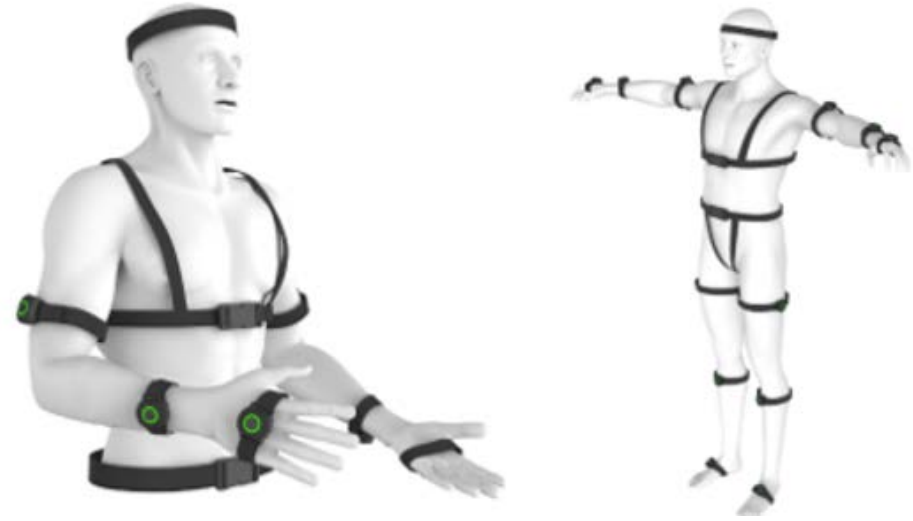


Figura 7. Montaje de Perception Neuron Pro

Fuente: https://neuronmocap.com/content/perception-neuron-pro

Para comenzar la configuración, se encienden los botones de los sensores, se conecta el ordenador y el concentrador del sistema con un cable USB, luego se activa el software AXIS NEURON PRO. Cuando la calibración se ejecuta de acuerdo con el software, todo el proceso de configuración se puede completar en aproximadamente 5 minutos.

- Capturar y grabar movimientos.
- Exportar datos de captura de movimiento a archivos FBX, BVH y CALC.
- Transmisión de datos en tiempo real con los complementos más populares (Unreal, Notch, Unity, Motionbuilder).

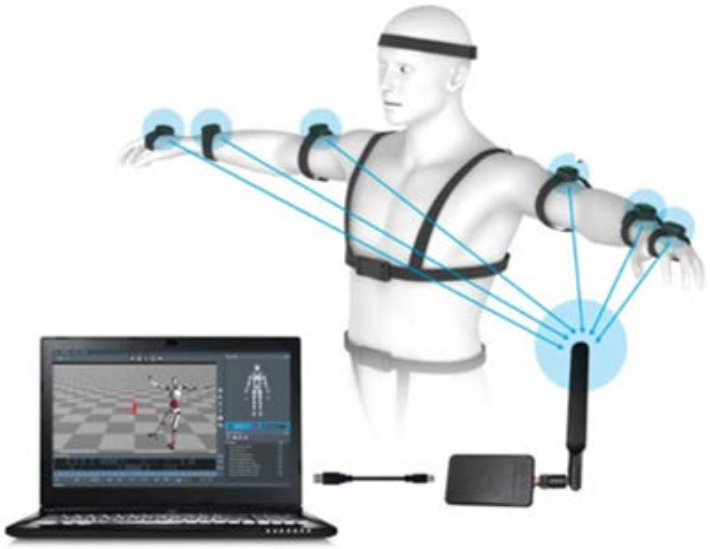


Figura 8. Configuración de traje Perception Neuron Pro y software Axis Neuron Pro

Fuente: https://www.aiuto-jp.co.jp/products/product_2459.php

Software AXIS NEURON PRO

El software Axis Neuron PRO está diseñado para administrar y calibrar el sistema, así como para realizar una captura de movimiento básica. Una de las características más importantes es la posibilidad de transmitir su flujo de datos BVH y exportar sus archivos a FBX para usarlos en los programas de software 3D más populares (Unity, Unreal, 3DS MAX, Unigine, Oculus). Axis permite la personalización de la dimensión corporal, transmisión y grabación de datos de movimiento en tiempo real, multijugador e inmunidad de interferencia magnética.

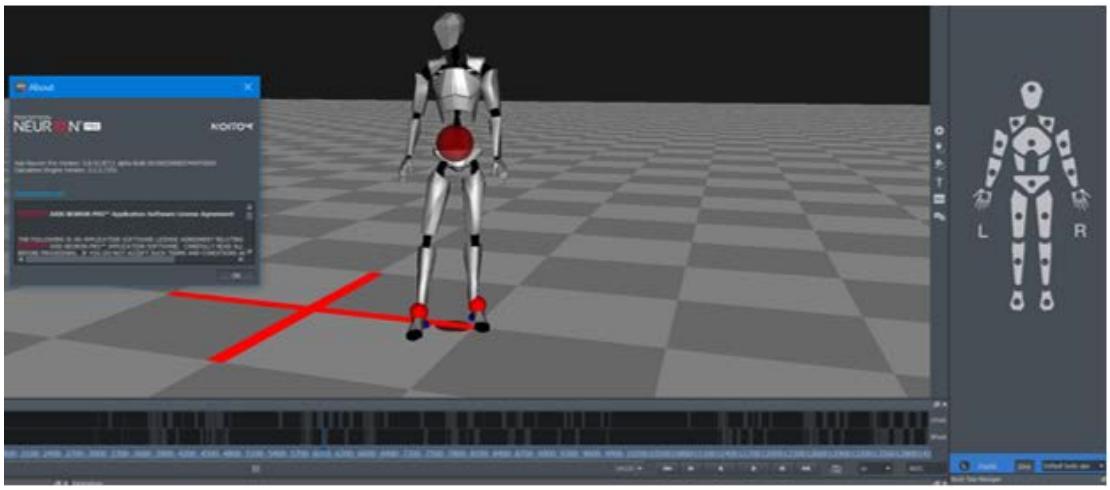


Figura 9. Software AXIS NEURON

Fuente: https://neuronmocap.com/content/perception-neuron-pro

Software UNITY 2017

Es un motor de desarrollo para la creación de juegos y contenidos 2D y 3D interactivos, con las características que es completamente integrado, multiplataforma y que ofrece innumerables funcionalidades para facilitar el desarrollo de contenidos y escenas 3D y de Realidad Virtual. Permite la programación utilizando una gran variedad de lenguaje de scripts y licencia gratuita. Posibilidad de importar modelos y animaciones realizadas en otras aplicaciones 3D, como pueden ser Blender, Maya, 3ds Max, etc. Integra motores de física.



Figura 10. Software UNITY

Fuente: https://aiaustin.wordpress.com/2015/09/21/unity3d-characters/

RESULTADOS

Inicialmente se efectúan pruebas de calibración y adquisición de datos del traje Perception Neuron Pro, para tal fin un voluntario se coloca el traje y se configura el modelo 3D correspondiente a las medidas del trabajador. (Ver figura 11).



Figura 11. Calibración y Montaje de Traje Perpection Neuron Pro.

En el sofware Axis Neuron Pro se selecciona el sexo y las dimensiones antropométricas del modelo virtual entre distintos percentiles de hombre o mujer. Al modificar las dimensiones del modelo las posturas serán idénticas al original respecto a las posiciones relativas (ángulos) entre los segmentos corporales.

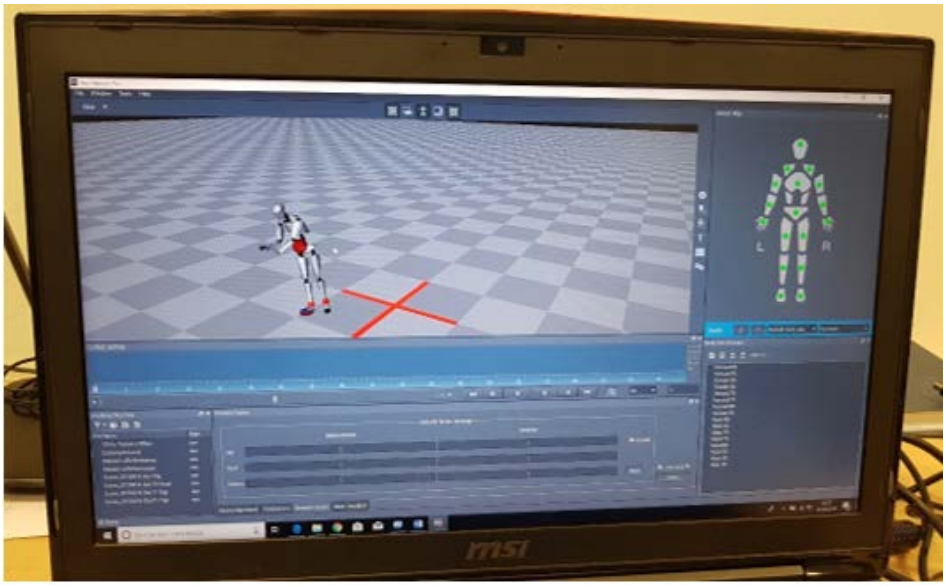


Figura 12. Captura de movimiento con Axis Neuron Pro.

A continuación, los datos de Axis Neuron Pro se transmiten al software de Unity para realizar la programación de los eventos y análisis de movimientos.



Figura 13. Captura de movimiento con Unity.

Posteriormente mediante el software Axis Neuron Pro y Unity se realiza una prueba inicial de captura del movimiento de una tarea de levantamiento manual de cargas. (Ver Figura 14, 15 y 16).



Figura 14. Perception Neuron en levantamiento manual de carga.

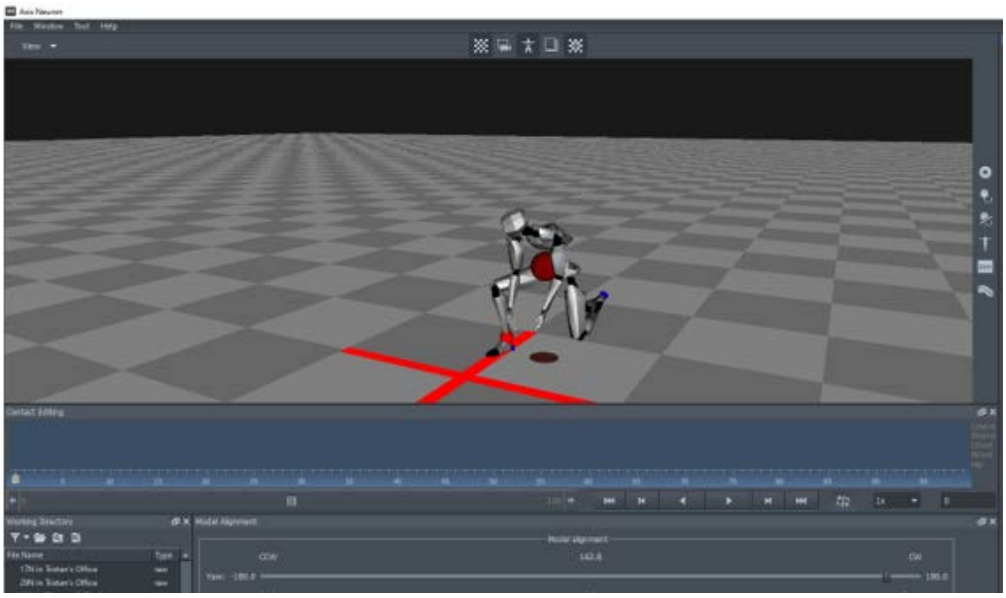


Figura 15. Axis Neuron en levantamiento manual de carga.

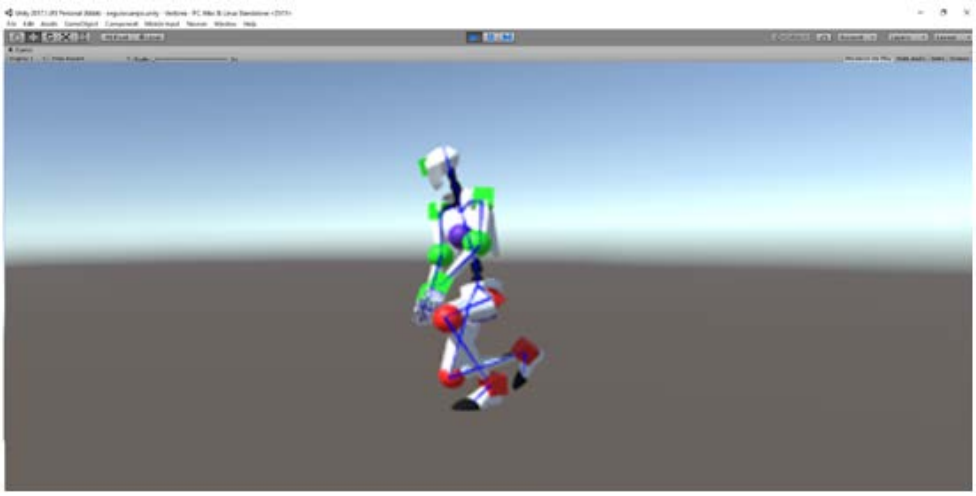


Figura 16. Unity en levantamiento manual de carga.

La aplicación de los métodos de evaluación ergonómica requiere la medición sobre el trabajador de determinadas dimensiones. Las mediciones sobre las posturas adoptadas por el trabajador son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto a determinadas referencias). De cada segmento corporal del modelo virtual se podrá visualizar en la simulación 3D la variación de parámetros durante la ejecución de una tarea (Ver Figura 17). En concreto se podrá observar, la variación de los siguientes parámetros:

- Ángulos de flexión-extensión en piernas, muslos, brazos, antebrazos o en cabeza y cuello.
- Ángulos de desviación lateral en columna, cabeza o manos; o de prono-supinación en antebrazos

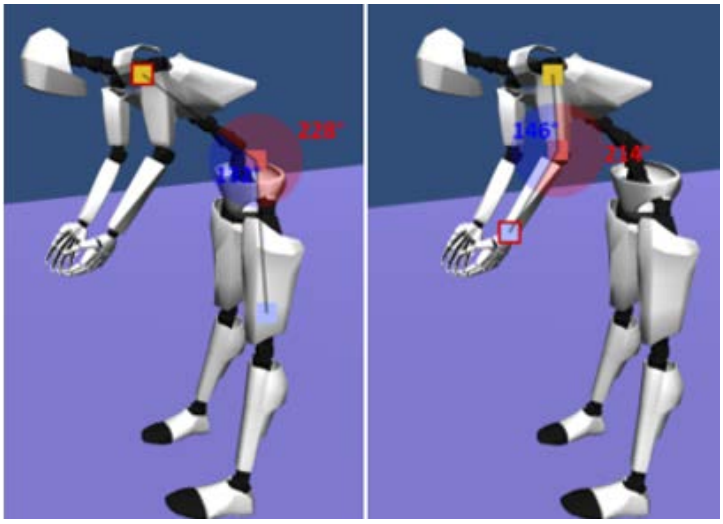


Figura 17. Categorización de Ángulos y Alertas.

Adicionalmente utilizando el software Unity 2017 se pueden caracterizar los modelos virtuales, permitiendo crear o importar diferentes personajes 3D para la simulación. (Ver Figura 18).



Figura 18. MOCAP / Personaje 3D Unity.

Actualmente se está desarrollando una aplicación en el software Unity que incluye los métodos más relevantes para la evaluación ergonómica (REBA, NIOS, RULA, OWAS, OCRA y BIO-MEC). La aplicación permite integrar los datos de movimiento del traje MoCap en tiempo real o grabados en un archivo anteriormente y seleccionar uno o varios métodos para realizar la evaluación ergonómica. Al finalizar se generará un reporte con la evaluación completa. Adicionalmente, utilizando unas gafas de realidad virtual HTC Vive Pro, el usuario podrá experimentar en un escenario virtual la simulación de un entorno de trabajo y ejecutar la tarea de un trabajador mientras se toman los datos del traje MoCap en la aplicación de Unity. En el congreso ORP Madrid 2019 se podrán mostrár algunos de estos avances.

CONCLUSIONES

Este sistema facilita la labor del técnico de prevención, proporciona información objetiva, fiabilidad en las mediciones, se puede utilizar en cualquier entorno y permite aplicar los métodos ergonómicos más relevantes generando un informe final.

El sistema de Captura de Movimiento Perception Neuron es una herramienta tecnológica para analizar y evaluar las posturas de un trabajador para realizar cualquier tarea.

El software Axis Neuron puede configurar las dimensiones antropométricas de los percentiles tanto de mujeres y hombres, es fácil de calibrar y su adquisición de datos en tiempo real permite generar un modelo tridimensional fiable al movimiento real. Además, permite libertad de movimientos al ser un sistema un inalámbrico que utiliza Wifi.

Utilizando el software Unity se configura los segmentos corporales y su medición de ángulos e identificar visualmente los ángulos críticos y posturas forzadas o incorrectas. Además, crear e importar avatares y modelos tridimensionales.

Los datos obtenidos se guardan en una base de datos en la cual se pueden analizar secuencialmente los valores críticos de todos los segmentos corporales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

CAPTURA DE MOVIMIENTO.

http://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture

PERCEPTION NEURON MOTION TECHNOLOGIES.

https://neuronmocap.com/

NTP 601 Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.

Identificación automática del uso de herramientas vibratorias manuales mediante smartwatches comerciales y técnicas de machine learning.

RESUMEN / ABSTRACT

En este trabajo se presenta una aplicación del uso de tecnología wearable (SW) y técnicas de aprendizaje automático (machine learning), para la identificación automática de la utilización de herramientas vibratorias de uso manual en el puesto de trabajo. El ejemplo de aplicación consiste en un sistema de reconocimiento automático que utiliza un reloj inteligente comercial que puede ser utilizado en tareas relacionadas con la evaluación de riesgos producidos por la exposición a las vibraciones que afectan al sistema mano-brazo.

El sistema propuesto es capaz de identificar, con una alta precisión, tres tipos de familias de máquinas vibratorias manuales y, a su vez, identificar tres modelos diferentes de máquinas pertenecientes a cada una de las familias de herramientas.

Actualmente es posible utilizar dispositivos inteligentes tipo wearables, para el desarrollo de herramientas tecnológicas que permitan mejorar las actuales metodologías para la cuantificación de los efectos producidos por la maquinaria manual vibrante, así como su nivel de incidencia en la salud de los trabajadores.

En futuro próximo el uso de sistemas de este tipo puede permitir la realización de análisis de los riesgos laborales producidos por la exposición a vibraciones mecánicas en el puesto de trabajo de forma automatizada, precisa, y con bajo coste, así como formar parte de sistemas de gestión de riesgos integrados en el concepto de industria 4.0.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Tecnología wearable (SW) y técnicas de aprendizaje automático
Identificación automática del uso de herramientas vibratorias
Exposición a las vibraciones que afectan al sistema mano-brazo.

AUTORES / AUTHORS

Ignacio Pavón
ETSI Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada.
ignacio.pavon@upm.es
Luis Sigcha Guachamin
ETSI Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada.
l.sigcha@alumnos.upm.es
Stefania Trinidad Nisi Valencia
ETSI Industriales. Universidad Politécnica de Madrid.
s.nisi@alumnos.upm.es
Guillermo de Arcas Castro
ETSI Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada
g.dearcas@upm.es

INTRODUCCIÓN

La exposición a las vibraciones en entornos laborales se produce principalmente en industrias como el transporte, la construcción y en los procesos. Las vibraciones que afectan al cuerpo humano pueden ser catalogadas como de bajo, medio y alto impacto dependiendo de variables como tiempo, intensidad, zona afectada y tipo de vibración a la que se está exponiendo el trabajador (Griffin, 2018). Varios estudios han demostrado que exposiciones prolongadas a estas vibraciones pueden causar distintos tipos de lesiones y malestar para el sujeto expuesto (Dong et al. 2015).

Desde el inicio de la era industrial, el crecimiento del uso de herramientas y máquinas a nivel de producción ha sido exponencial, si bien se han realizado avances tecnológicos para mejorar la eficiencia y optimización de estos dispositivos, todavía existe un largo camino que recorrer en cuanto al control de ruido y de las vibraciones que éstas producen (Dong et al. 2015).

Las herramientas vibrantes y procesos motorizados que se transmiten al cuerpo a través del sistema mano-brazo generan un fenómeno conocido como vibraciones mano-brazo. La exposición continuada a este tipo de vibraciones puede llegar a producir trastornos vasculares, perturbaciones neurológicas y efectos musculo esqueléticos, de estos la afección más conocida es el fenómeno de Raynaud o comúnmente llamado dedo blanco inducido por vibración (Valenzuela, 2012).

En España existen dos documentos normativos que regulan la exposición a las vibraciones desde un punto de vista de seguridad industrial, por un lado, se tiene la Directiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 25 de junio de 2002, que plantea las disposiciones mínimas de seguridad y salud con respecto a la exposición de trabajadores en el puesto de trabajo derivados específicamente de agente físicos tales como las vibraciones mecánicas (DIRECTIVA 2002/44/CE, 2002). Por otro lado, se tiene el Real Decreto 1311/2005, vigente en España desde el 4 de noviembre del 2005, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas (De la Iglesi Huerta, 2013).

Wearables.
Los recientes desarrollos en las áreas de la inteligencia ambiental (AmI), el internet de las cosas (IoT) y los sistemas ciberfísicos (CPS) han creado diversas soluciones para la salud y seguridad ocupacional utilizando dispositivos o equipo de protección personal con inteligente (Podgorski et al., 2017). Estos desarrollos se han producido debido a la estandarización en el mercado de los sensores de bajo coste denominados MEMS. Un caso especial de estos sensores es el acelerómetro que es un sensor de tipo inercial, utilizado principalmente en el monitoreo de movimiento, la detección de eventos, la medición de vibraciones. (Jean-Michel, 2004).

Actualmente existen dispositivos electrónicos denominado wearables, debido a que se pueden portar sobre el cuerpo o integrados en la ropa u otros accesorios y pueden ser utilizados de una manera discreta y confortable. Este tipo de dispositivos generalmente posen sensores de tipo MEMS, con los que es posible medir variables físicas como el movimiento, la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca, entre otras. Estos sensores les confiere a los wearables funcionalidades interesante que son utilizadas en aplicaciones biométricas y de seguridad. (Wright, 2014, Sazonov et al., 2014, Page, 2015).

Wearables movimiento.
Una de las principales aplicaciones de los wearables ha sido la detección de actividades y de movimiento, utilizado tanto dispositivos wearables específicos como dispositivos comerciales con diversos sensores (Labrador et al., 2013, Mortazavi et al., 2015, Ramos et al, 2016,). En el estudio de Yang (Yang et al., 2010) se recopila el desarrollo de detectores de movimiento usando dispositivos wearables con acelerómetros, donde se identifica a las principales aplicaciones como son la clasificación de postura, la estimación de energía gastada, y la detección de caídas y el balance corporal.

Por otro lado, en estudios recientes se ha empezado a utilizar de manera simultánea smartwatches y smartphones para el reconocimiento automático de actividades. Por ejemplo en el estudio de Ramos (Ramos et al., 2016) se utilizó simultáneamente los datos del acelerómetro y del giroscopio, poniendo en evidencia que el uso de dos dispositivos puede incrementar identificar un rango más amplio de actividades y mejorar la exactitud del reconocimiento.

Wearable vibraciones.
Existen algunas experiencias previas donde se han utilizado soluciones basadas en wearables y acelerómetros MEMS para la valoración de vibraciones en el puesto de trabajo, tanto de forma autónoma, como integrados en las electrónicas de dispositivos multimedia o de comunicación.

Con respecto a las vibraciones que afectan al cuerpo entero se han utilizado smartphones como dispositivos de medición. En Cutini (Cutini et., al 2014) se desarrolló una aplicación que mide y analiza la exposición a las vibraciones, este sistema fue analizado en operadores de tractores agrícolas concluyendo que, a pesar de las desviaciones obtenidas en las mediciones, se presenta un método sencillo para la realización de la evaluación inicial de riesgos y como sistema entrenamiento de bajo coste.

Otro ejemplo es el trabajo realizado por Wolfgang (Wolfgang et al, 2014a, Wolfgang et al, 2014b) donde ha comparado un sistema compuesto por un iPod y una aplicación específica con un analizador de vibraciones estándar. Los resultados de sus experimentos sugieren que las mediciones realizadas con el dispositivo multimedia pueden ser utilizadas para medir vibraciones de cuerpo completo con una elevada confianza y un error mínimo.

Smartwatches.

Uno de los dispositivos wearables más importantes es el smartwatch. En el mercado actual se pueden encontrar smartwatches que poseen características y funcionalidades similares a las de un smartphone, lo que lo que los convierte en una plataforma para el desarrollo de aplicaciones innovadoras. Debido a la diversidad de sensores que pueden ser integrados en los smartwatches actualmente son utilizados en diversas áreas y aplicaciones relacionadas con la salud, el bienestar, la seguridad, el deporte, fitness, comunicación y negocios. (Sazonov et al. 2014, Paerk et al. 2014, Page 2015, Wright & Keith 2014, Rawassizadeh et al. 2015, Cecchinato et al. 2015).

Actualmente existen iniciativas que utilizan dispositivos wearables específicos en la evaluación de riesgos laborales. Los wearables son usados generalmente como dispositivos de monitoreo y de medición continuada en el tiempo, así como dispositivos de alerta o de entrenamiento para los trabajadores, en estas aplicaciones se aprovecha la diversidad de sensores existentes, la portabilidad, autonomía energética, lo que los convierte en una excelente opción para la recolección de información de un modo económico y discreto (Pavón et al. 2018).

Smartwatches ORP

En (Pavón et al. 2018, Sigcha et al. 2018) se ha identificado las potenciales aplicaciones de los wearables para la evaluación de riesgos laborales entre las que se encuentran: la detección de movimiento y actividad física, reconocimiento de lesiones músculos esqueléticas, detección de caídas, evaluación de la exposición a agentes físicos, evaluación de la exposición a agentes químicos y ubicación de peligros potenciales (maquinaria en movimiento). En este artículo se identifica que en el futuro este tipo de dispositivos y sistemas van a aprovechar las capacidades de comunicación inalámbrica de los dispositivos wearables para facilitar el intercambio de información en tiempo real y mejorar los sistemas de gestión de la seguridad laboral mediante la utilización de tecnologías emergentes como el análisis masivo de datos (Big Data).

MEMS HAND ARM

Con respecto a las vibraciones que afectan al sistema mano brazo, en el trabajo de Tarabini (Tarabini et. al. 2012), se ha evaluado las ventajas e inconvenientes de la utilización de acelerómetros MEMS para la medición de vibraciones de mano-brazo y cuerpo completo. Se concluye que es posible diseñar sistemas que incluyan acelerómetros MEMS en el interior de cualquier tipo de herramienta de mano en la interfaz del operador, o en el interior de los asientos de estructuras de automóviles, tractores y camiones, identificando este enfoque como una solución viable para obtener de forma sencilla mediciones para la evaluación y prevención de riesgos laborales.

Por ejemplo en el trabajo de Morello y Aiello (Morello et al., 2010, Aiello et al, 2012) se ha desarrollado dispositivos portables e inalámbricos para la medición de vibraciones que afectan al sistema mano brazo utilizando acelerómetros MEMS, este estudio demuestra un nuevo enfoque para la gestión de la seguridad y riesgo en tiempo real con dispositivos de bajo coste.
Mientras que en el estudio de Bo (Bo & Koc, 2013), se utilizó una aplicación específica y el acelerómetro de un smartphone colocado sobre la mano mediante un guante, obteniendo una solución versátil y de bajo coste para la evaluación inicial de riesgos, educación, el entrenamientos y la concienciación de los trabajadores.

Por un lado, en Pavón (Pavón et al., 2016) se desarrolló y evaluó un sistema de medición de la magnitud de las vibraciones basado en una aplicación específica instalada en un smartwatch comercial con un acelerómetro tipo MEMS. Los autores concluyen que este tipo de dispositivo puede ser utilizado en determinadas tareas de gestión de riesgos de vibración debido a ciertas restricciones técnicas en el acelerómetro impuestas por el sistema operativo.

Por otra parte, en Matthies (Matthies et al., 2016) se propone utilizar algoritmos de clasificación estimar la exposición a las vibraciones, determinando el tipo de herramienta y el tiempo de uso, utilizando como sensores al micrófono y el acelerómetro de un reloj inteligente. El enfoque propuesto por los autores presenta una solución viable para estimar la exposición a las vibraciones, solventado las limitaciones técnicas identificadas en los sensores MEMS en los smartwatches comerciales.

A pesar de los excelentes resultados presentados por Matthies, se identifica dificultades para la detección de herramientas en entornos ruidosos (entornos que son frecuentes en puestos de trabajo) al utilizar el micrófono del dispositivo para la identificación automática. Por lo que en el presente trabajo se propone la identificación de una selección de modelos de herramientas manuales vibratorias, utilizando únicamente las señales del acelerómetro tri-axial de smartwatches comerciales disponibles en el mercado actual (año 2018).

Además, se propone la evaluación de varios algoritmos de clasificación automática basados en técnicas de entrenamiento supervisado para la clasificación de tres familias de herramientas y de varios modelos de herramientas perteneciente a una sola familia. La información obtenida de estos sistemas de clasificación automática puede resultar útil para el análisis de la exposición a las vibraciones y para el análisis de patrones de trabajo. Este tipo de soluciones tiene la capacidad de ser integrados en sistemas enfocados en la gestión de riesgos laborales en ámbitos industriales.

METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo se ha dividido en varias etapas, entre las que se encuentran: la selección de dispositivos, herramientas y material de ensayo para la experimentación, la determinación de un protocolo para la toma de datos para la experimentación con diversas herramientas y materiales y una etapa final de procesamiento y análisis de los resultados.

Selección.

Sistema de adquisición: Para este estudio, se seleccionaron dos relojes inteligentes comerciales con sensores de tipo MEMS incorporados; estos dispositivos se utilizaron como sistema de adquisición y almacenamiento a través de la aplicación “App Wach” desarrollada en (Sigcha et al. 2018).



Figura 1. Sistema de adquisición.

Herramientas motorizadas: Para la elaboración del experimento, se contó con 9 herramientas motorizadas de las cuales se identificaron tres familias de herramientas: taladros, sierras de calar y destornilladores eléctricos.



Figura 2. Herramientas utilizadas

Material: Se utilizó tres tipos de materiales de acuerdo a las tres familias de herramientas vibratorias experimentadas. Los materiales fueron madera y una probeta de mármol.



Figura 3. Materiales de ensayo.

Protocolo de experimentación.

Para la toma de datos experimentales se adquirieron tres muestras de 90 segundos de duración cada una, las mismas consistieron en la toma de señales durante el manejo y encendida de cada una de las máquinas, perforando (en el caso de la taladradora) la probeta de mármol, cortando (en el caso de la sierra de calar) la probeta de madera de roble y atornillando (en el caso de los destornilladores eléctricos) sobre el material madero. Este procedimiento se repitió para cada ejemplar de cada familia y utilizando los dos relojes.

Todas las muestras tomadas durante el experimento fueron almacenadas con su fecha respectiva dentro de una carpeta incorporada en los dispositivos de adquisición.

Análisis.

Una vez finalizado todos los experimentos, los datos fueron transferidos donde se procedió a etiquetar y analizar las señales a través de una plataforma del software Matlab, mientras que para el entrenamiento de algoritmo de clasificación automática se utilizó *PrTools*.

Los datos obtenidos de la experimentación han sido revisados para eliminar muestras erróneas o inexactas producto de los procesos de encendido y apagado de las máquinas. Este proceso de limpieza se realizó manualmente y los datos resultantes se clasificaron y almacenaron en tres bases de datos correspondientes a cada una de las familias utilizadas.

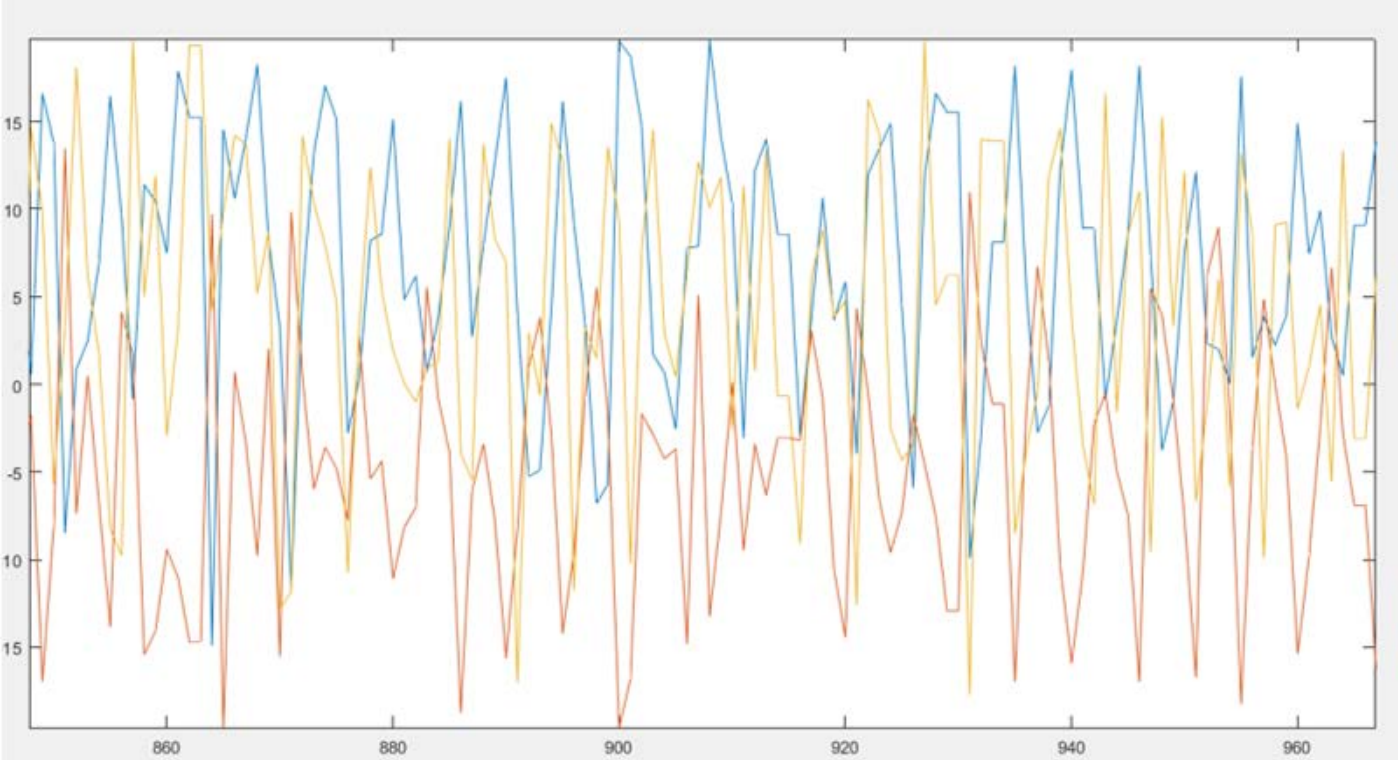


Figura 4. Gráfico con datos crudos obtenidos de la aplicación de SW. Aceleraciones en x, y y z (tres canales).

Para el desarrollo del segundo método de procesamiento de señal, se ha generado una segundo base de datos con de cada observación realizada, cuya única columna esté compuesta por la sumatoria de aceleraciones. Dicha transformación se realizó utilizando la siguiente ecuación:

$$\sum a_{xyz} = \sqrt{{a_x}^2 + {a_y}^2 + {a_z}^2}$$

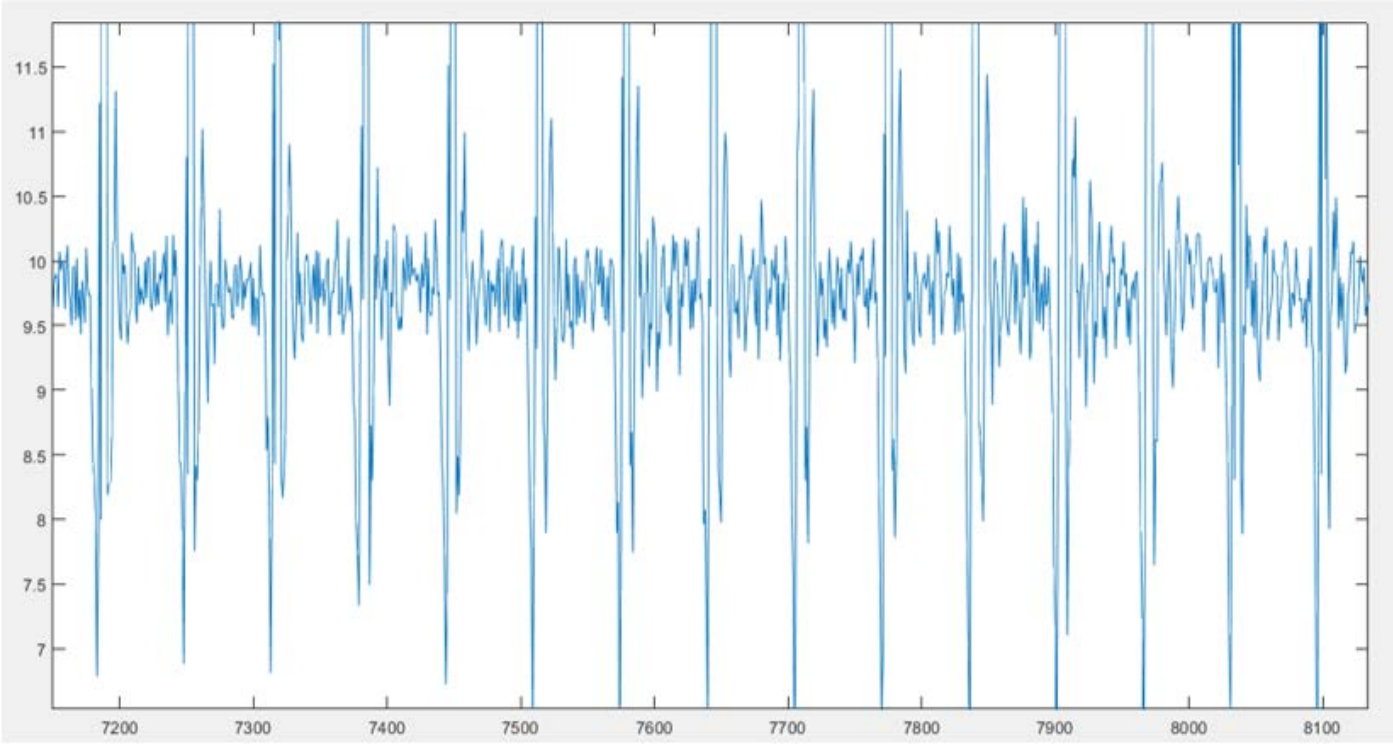


Figura 5. Gráfico con datos crudos obtenidos de la aplicación de SW. Sumatoria de aceleraciones.

Etiquetado de muestras: Para entrenar los modelos de clasificación automática de manera supervisada, las observaciones obtenidas tuvieron que ser etiquetadas previamente con un valor alfanumérico que permita distinguir a que máquina pertenece cada observación.

Procesado de señal:
Se utilizó Matlab para el tratamiento de datos crudos y la evaluación de los distintos modelos de clasificación. Para la obtención de características discriminantes se analizó los datos de las señales mediante la transformada rápida de Fourier. A continuación, se presentan los pasos seguidos en el pre-procesado de la señal para obtención de características.

Se procedió a realizar un enventanado a las señales donde se estableció el tamaño de la ventana de 256 muestras con un traslape (overlap) de la señal del 50%. Luego se aplico una ventana Hanning previo a la aplicación de la transformada rápida de Fourier. Este porcentaje de overlap se aplico para generar más vectores de entrenamiento.

Posteriormente, se procedió a llevar los datos al dominio de la frecuencia a través de una transformada rápida de Fourier (FFT) y se expreso los resultados de cada línea de la FFT en dB según la ecuación siguiente:

$$\mathrm{dB} = 20\log(acc/10e-6)$$

Adicionalmente, para cada ventana de análisis se obtuvieron una serie de características estadísticas en el dominio del tiempo y el de la frecuencia, tales como: la desviación estándar, la mediana, la media, los percentiles 25 y 75 y la oblicuidad de las muestras, con el fin de añadir más atributos a las observaciones y que presenten más información al modelo clasificador.

Entrenamiento de los modelos:
Se crea una base de datos con las características de las señales que se usa para entrenar el sistema. El dataset está compuesto por filas o instancias, que corresponden a cada muestra adquirida, y las

columnas llamadas atributos, características o propiedades que se encargan de describir a cada una de las instancias.

Se normalizan los datos a través para reducir problemas de actuación en los modelos.

Se aplica un análisis de componentes principales (PCA), con el propósito de reducir el número de características (columnas) y mejorar la representación de los datos.

Se le indica al programa que el 80% de las observaciones del dataset se destinará al entrenamiento y el 20% se destinaran par la evaluación, dicha división la realiza de manera aleatoria.

Se procede a entrenar varios modelos y se calculan diversas métricas como la exactitud, el error, el F1 y la matriz de confusión correspondiente a cada modelo evaluado.

Para identificar el rendimiento de los modelos propuestos se evaluaron 4 algoritmos de clasificación lineales y 4 no lineales que ofrece la herramienta de PrTools:

Algoritmos lineales:
- *Decision tree*
- *Naive Bayes*
- *K-nearest neighbor*
- *Parzen classifier.*

Algoritmos no lineales:
Fisher's Least Square Linear Discriminant,
Logistic
Nearest Mean
Polynomial classifier.

RESULTADOS

Para probar los modelos de clasificación seleccionados se realizaron dos experimentos. Los mismos se resumen en la siguiente Figura.

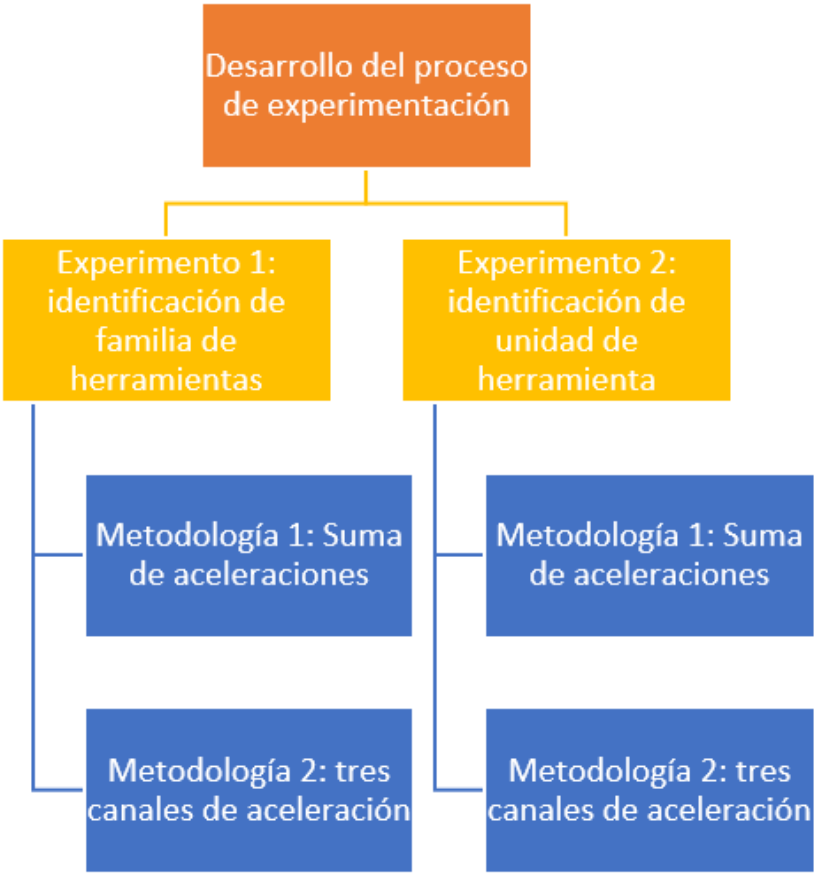


Figura 6. Diagrama resumen de los experimentos realizados.

Experimento 1: Identificación de familia de herramientas.

El primer Experimento se encarga de verificar la funcionabilidad de los modelos de clasificación para el reconocimiento de distintas familias de máquinas. En este caso, se utilizaron tres unidades de máquina por cada familia de máquina testeada (taladro, sierra de calar y destornillador eléctrico) donde a todas las máquinas pertenecientes a una misma familia se le asignó una única etiqueta.

En la siguiente en la tabla se muestran los resultados obtenidos por los dos mejores modelos al aplicar la metodología 1 (suma de aceleraciones). En esta tabla se observa los errores promedio de al realizar cinco repeticiones de entrenamiento del modelo, utilizando distintos numero de columna al aplicar el análisis PCA.

Tabla 1. Resultados Experimento 1: Metodología 1

	Modelo lineal Clasificador logístico			Modelo no lineal K-vecinos más próximo		
N.º columnas	**30**	**40**	**70**	**30**	**40**	**70**
	8,5	9,6	9,5	9,6	10	9,9
	9,0	8,9	10,0	9,7	9,7	10,7
	8,8	9,1	9,6	10,3	9,5	9,3
	9,3	9,3	10,1	10,1	10,6	11,2
	9,1	8,9	9,4	10,4	10,5	11,3
MEDIA	**8,9**	**9,2**	**9,7**	**10,0**	**10,1**	**10,5**

El clasificador logístico presenta los mejores resultados de todos los algoritmos lineales, obteniendo un error de 8,9%, al utilizar 30 componente principales. En el caso de los modelos no lineales, el de K-vecinos más cercano presenta un leve aumento del error, llegando a un valor del 10%.

Por su parte en la Tabla 2 se presenta los resultados para el mismo experimento, pero utilizando como sistema de pre-procesado de datos crudos, la metodología 2 (aceleraciones de tres canales).

Tabla 2. Resultados Experimento 1: Metodología 2

	Modelo lineal Clasificador polinomial			Modelo no lineal K-vecinos más próximo		
N.º columnas	**30**	**40**	**70**	**30**	**40**	**70**
	5,3	5,5	4,5	6,1	5,9	5,2
	6,0	4,6	4,3	5,4	4,4	5,3
	6,1	5,2	4,2	5,3	5,3	4,2
	5,4	5,8	4,8	5,6	5,5	5,4
	6,0	5,1	4,7	5,8	5,8	4,5
MEDIA	**5,7**	**5,2**	**4,5**	**5,6**	**5,4**	**4,9**

En Tabla 2 se muestra que, en los modelos lineales, el clasificador polinomial presenta mejores resultados al utilizar 70 componentes principales, obteniendo un error de alrededor 4,5%. De igual manera que en la metodología 1 el modelo de K-vecinos más próximos vuelve a posicionarse como el mejor algoritmo, con un error por debajo de 5%.

Experimento 2: Identificación de unidad de herramienta.

En el caso de la identificación de unidades herramienta, se realizaron tres pruebas independientes con correspondencia a cada una de las familias de máquinas disponibles (taladros, sierras de calar y destornilladores eléctricos). A continuación, se presenta los resultados de cada prueba en las Tablas 3, 4 y 5.

Tabla 3. Familia de taladros. Experimento 2: Metodología 1.

Familia de taladros						
	Modelo lineal Clasificador Polinomial			Modelo no lineal Clasificador Parzen		
N.º columnas	30	40	70	30	40	70
	27,2	29,5	24,4	25,1	24,4	24,4
	29,5	26,3	23,0	24,4	20,0	17,7
	30,9	26,5	22,3	24,9	24,7	22,1
	25,8	27,9	26,0	25,3	21,2	21,6
	28,7	25,3	25,1	24,4	21,2	23,3
MEDIA	**28,4**	**27,1**	**24,2**	**24,8**	**22,3**	**21,82**

Tabla 4. Familia sierras de calar. Experimento 2: Metodología 1.

Familia de sierras de calar						
	Modelo lineal Clasificador Polinomial			Modelo no lineal Clasificador Parzen		
N.º columnas	30	40	70	30	40	70
	32,0	29,8	32,0	26,3	25,8	25,2
	32,1	31,4	30,9	25,6	26,1	24,3
	28,8	29,3	28,6	24,5	24,5	24,7
	30,4	31,1	29,5	25,2	22,9	24,0
	32,0	33,2	32,9	25,2	27,2	26,8
MEDIA	**31,0**	**31,0**	**30,8**	**25,4**	**25,3**	**25,0**

Tabla 5. Familia destornilladores eléctricos. Experimento 2. Metodología 1.

Familia de destornilladores eléctricos						
	Modelo lineal Clasificador Polinomial			Modelo no lineal Clasificador Parzen		
N.º columnas	30	40	70	30	40	70
	13,4	12,9	13,6	10,0	8,9	9,9
	13,4	13,5	13,5	9,7	7,8	8,6
	14,7	13,7	12,6	9,2	11,7	8,3
	13,5	13,5	10,4	10,4	10,2	9,5
	14,8	13,7	13,7	9,7	9,7	9,6
MEDIA	**13,9**	**13,5**	**12,8**	**9,8**	**9,7**	**9,2**

Para las tres familias evaluadas, el clasificador polinomial y el modelo de Parzen presentaron los mejores resultados. No obstante, para todos los números de componentes principales, el error mostrado se encontraba por encima del 20% a excepción de los destornilladores eléctricos.

En las Tablas 6, 7 y 8, se presenta los resultados obtenidos al implementar la metodología 2 de preprocesado en las tres familias de herramientas

Tabla 6. Familia taladros. Experimento 2: Metodología 2.

Familia de Taladros						
	Modelo lineal Clasificador Polinomial			Modelo no lineal Clasificador Parzen		
N.º columnas	30	40	70	30	40	70
	16,0	12,3	13,7	9,3	9,5	8,4
	17,2	9,9	15,6	9,3	8,8	10,5
	14,4	11,5	13,5	10,5	9,5	9,3
	14,9	10,2	16,0	8,8	8,8	9,3
	14,2	11,9	16,7	7,9	8,4	8,4
MEDIA	**12,1**	**11,1**	**15,1**	**9,2**	**9,0**	**9,2**

Tabla 7. Familia sierras de calar. Experimento 2: Metodología 2.

Familia de sierras de calar						
	Modelo lineal Clasificador Polinomial			Modelo no lineal Clasificador Parzen		
N.º columnas	30	40	70	30	40	70
	19,5	17,6	18,3	10,5	9,8	12,6
	20,7	17,4	21,1	11,7	8,7	13,3
	22,4	17,6	17,8	10,8	9,4	11,2
	21,1	20,2	20,4	11,7	9,1	11,0
	21,1	16,7	18,1	12,8	10,8	11,7
MEDIA	**21,0**	**17,9**	**19,1**	**11,5**	**9,6**	**12,0**

Tabla 8. Familia destornilladores eléctricos. Experimento 2: Metodología 2.

Familia de destornilladores eléctricos						
	Modelo lineal Clasificador Polinomial			Modelo no lineal Clasificador Parzen		
N.º columnas	30	40	70	30	40	70
	5,2	3,9	4,0	1,9	1,9	2,4
	5,5	3,7	4,0	2,2	2,0	2,4
	5,2	4,3	5,9	2,6	1,4	3,0
	5,1	5,0	4,0	2,4	3,2	2,6
	4,1	3,5	4,8	2,4	2,5	3,0
MEDIA	**5,0**	**4,1**	**4,5**	**2,3**	**2,2**	**2,7**

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En las tres familias, el clasificador polinomial presenta el mejor rendimiento en el caso de los algoritmos lineales, mientras que el algoritmo de Parzen presenta el mejor rendimiento para los algoritmos no lineales. En todos los casos, el número de componentes principales presenta el mejor rendimiento es 40. A diferencia de la metodología 1, los errores se posicionan por debajo del 20%, considerando en el entrenamiento y evaluación aceptable.

CONCLUSIONES

En este proyecto se ha desarrollado una metodología para entrenamiento y la evaluación de modelos de aprendizaje automático para la clasificación de máquinas vibratorias manuales a través de un sistema de adquisición basado en un smartwatch.

Los resultados indican que es posible utilizar técnicas de aprendizaje automático supervisado para diseñar un sistema que permite identificar el uso de tres tipos diferentes de máquinas vibratorias del tipo manual a través de algoritmos de clasificación lineales y no lineales con una exactitud en la clasificación de hasta un 98%. Para este experimento se utilizando una selección de tres familias de máquinas manuales (taladradora, sierra de calar y destornilladores eléctricos) de las cuales se realizaron experimentos con tres ejemplares de cada uno.

Mediante los resultados se identifica que al utilizar relojes inteligentes situados en la muñeca de la mano dominante del usuario, permite obtener suficiente información en la señal de vibración para su posterior procesado y clasificación. Los modelos de smartwatch empleados poseen acelerómetro tri-axial MEMS con una frecuencia de muestreo de 200 Hz.

En cuanto al protocolo de experimentación, se identificó que para el correcto entrenamiento de los modelos de clasificación era necesaria la adquisición de al menos de 1000 muestras con una duración de un segundo para cada máquina ensayada. Para esto se decidió realizar tres pruebas de 90 segundos para cada herramienta y para dos smartwatches de distintas marcas.

Mediante los resultados se identifica que el sistema puede clasificar fácilmente los tres tipos de familias de herramientas ensayados utilizando únicamente el espectro de frecuencia obtenido de las señales del acelerómetro tri-axial. Se observa una disminución en el rendimiento al clasificar modelos de una misma familia de herramientas, debido a la similitud en los patrones del espectro de frecuencia, sin embargo, se identifica que existe una mejora en la exactitud de la clasificación al analizar las señales de aceleración de manera independiente

A pesar que los excelentes resultados obtenidos con esta metodología se identifica una limitación importante en los smartwatches comerciales para el análisis de ciertos tipos de máquinas manuales (Eg. herramientas radiales) al poseer espectros de frecuencia superior a los que se puede analizar con los smartwatches comerciales (Sigcha et al. 2018). También se identifica dificultades al analizar herramientas que presentan eventos transitorios en su uso (Eg. Martillos eléctricos), debido a que no ofrecen muestras estacionarias, por lo que resulta conveniente el desarrollo de clasificadores y metodologías específicas que solventen este problema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiello, G., La Scalia, G.; Vallone, M.; Catania, P.; Venticinque, M. Real time assessment of hand-arm vibration system based on capacitive MEMS accelerometers. Comput. Electron. Agric. 2012, 85, 45–52, doi:10.1016/j.compag.2012.02.022
- Bo. & Koc, A.B. 2013, "Hand-Arm Vibration Measurements and Analysis Using Smartphones", 2013 Kansas City, Missouri, July 21-July 24, 2013American Society of Agricultural and Biological Engineers, 1.
- Cecchinato, M.; Cox, A.; Bird, J. Smartwatches: the Good, the Bad and the Ugly? ACM: 2015; pp. 2133-2138.
- Cutini, M. & Bisaglia, C. 2014, "Whole body vibration monitoring using a smartphone", Ageng 2014 Zurich; International Conference of Agricultural (EurAgEng), 8.
- De la Iglesi Huerta, A. (2013). Vibraciones: vigilancia de la salud. *Vibrations: health surveillance in exposed workers*. Madrid, Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo
- DIRECTIVA 2002/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. (2002). DIRECTIVA 2002/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones). España.
- Dong, R. G., Sinsel, E. W., Welcome, C. W., Xu, X. S., McDowell, T. W., & Wu, J. Z. (2015). Review and Evaluation of Hand–Arm Coordinate Systems for Measuring Vibration Exposure, Biodynamic Responses, and Hand Forces. *Safety and Health at Work*, 159-173.
- Griffin, M. (2018). Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. En M. Griffin, *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (págs. 50.1-50.18).
- Jean-Michel, S. Market opportunities for advanced MEMS accelerometers and overview of actual capabilities vs. required specifications, IEEE: 2004; pp. 78-82.
- Labrador, M.A. & Lara Yejas, O.D. 2013, *Human activity recognition: using wearable sensors and smartphones,* 1st EDN, Taylor & Francis, Boca Raton.
- Matthies, D., Bieber, G. & Kaulbars, U. 2016, "AGIS: automated tool detection & hand-arm vibration estimation using an unmodified smartwatch", ACM, 1.
- Morello, R.; De Capua, C.; Meduri, A. A Wireless Measurement System for Estimation of Human Exposure to Vibration During the Use of Handheld Percussion Machines. IEEE Trans. Instrum. Meas. 2010, 59, 2513– 2521, doi:10.1109/TIM.2010.2057690.

- Mortazavi, B.; Nemati, E.; VanderWall, K.; Flores-Rodriguez, H.; Cai, J.; Lucier, J.; Naeim, A.; Sarrafzadeh, M. Can Smartwatches Replace Smartphones for Posture Tracking? *SENSORS* 2015*, 15*, 26783-26800.
- Page, T. A Forecast of the Adoption of Wearable Technology. *International Journal of Technology Diffusion* 2015*, 6*, 12-29, DOI 10.4018/IJTD.2015040102.
- Park, S.; Chung, K.; Jayaraman, S. Wearables: Fundamentals, Advancements, and a Roadmap for the Future. In 2014.
- Pavón I, Sigcha L, Arezes P; Costa N; De Arcas, G; López JM. Wearable technology for occupational risk assessment: Potential avenues for applications. Occupational Safety and Hygiene VI. CRC Press, 2018. ISBN 9781138542037
- Pavón I, Sigcha L, Arezes P; Costa N; De Arcas, G; López JM. Wearable technology usefulness for occupational risk prevention: smartwatches for hand - arm vibration exposure assessment. Occupational Safety and Hygiene. 65-70, CRC Press, 2017. ISBN 9781138057616
- Podgorski, D.; Majchrzycka, K.; Dabrowska, A.; Gralewicz, G.; Okrasa, M. Towards a conceptual framework of OSH risk management in smart working environments based on smart PPE, ambient intelligence and the Internet of Things technologies. *Int J Occup Saf Ergonomics* 2017*, 23*, 1-20.
- Ramos, F., Moreira, A., Costa, A., Rolim, R., Almeida, H. & Perkusich, A. 2016, "Combining smartphone and smartwatch sensor data in activity recognition approaches: An experimental evaluation", 267.
- Rawassizadeh, R.; Price, B.; Petre, M. Wearables: has the age of smartwatches finally arrived? *Communications of the ACM* 2015; 2014*, 58*, 45-47, DOI 10.1145/2629633.
- Sazonov, E.; Neuman, M.R.; Books24x7, I. Wearable sensors: fundamentals, implementation and applications, AP, Academic Press is an imprint of Elsevier: Amsterdam, 2014.
- Sigcha L, Pavón I, Arezes P; Costa N; De Arcas, G; López JM. Occupational Risk Prevention through Smartwatches: Precision and Uncertainty Effects of the Built-In Accelerometer. Sensors. 02/2018. ISSN 1424-8220
- Valenzuela, P. W. 2012. *Efectos a la salud por la exposición a vibraciones*. Obtenido de Prevencionar: http://prevencionar.com/2012/03/27/efectos-a-la-salud-por-la-exposicion-a-vibraciones/
- Wolfgang, R. & Burgess-Limerick, R. 2014, "Using Consumer Electronic Devices to Estimate Whole-Body Vibration Exposure", *Journal of Occupational and Environmental Hygiene,* vol. 11, no. 6, D77-D81.
- Wolfgang, R., Di Corleto, L. & Burgess-Limerick, R. 2014, "Can an iPod Touch Be Used to Assess Whole-Body Vibration Associated with Mining Equipment?", *Annals of Occupational Hygiene,* vol. 58, no. 9, 1200-1204.
- Wright, R.; Keith, L. Wearable Technology: If the Tech Fits, Wear It. *Journal of Electronic Resources in Medical Libraries* 2014*, 11*, 204-216.
- Yang, C. & Hsu, Y. 2010, "A review of accelerometry-based wearable motion detectors for physical activity monitoring", *Sensors,* vol. 10, no. 8, 7772-7788.

An Enhanced Human-Machine Interface Enabled by Augmented Reality – A New Approach for Human Augmentation

RESUMEN / ABSTRACT

The global industrial landscape has deeply changed in the last years due to successive innovations that have led to the emergence of cutting-edge technologies enabled by the digitalisation of industry, or the so-called industry 4.0, such as the use of Augmented Reality (AR). The use of AR technology in workplaces allows the real-time view of an augmented real world environment, which holds a huge potential to organizations, improving the work performance and efficiency in manufacturing environment and enabling an enhanced Human-Machine Interface (HMI). Moreover, the augmentation concept can also be extended to humans, enhancing their capabilities and senses, which allows the creation of "augmented operators" at smart factories, addressing the concept of human augmentation. However, AR technology can provide augmented industrial environments through many different formats and, therefore, with many different purposes. Hence, this paper aims at presenting an approach to assess which type of AR is more suitable for each industrial process. For this purpose, the processes should be analyzed and the required human capabilities and senses to perform the tasks should be further augmented using the appropriate type of AR. The operator is the main focus of this approach, which aims the enhancement of HMI, decreasing the operation times and human effort, as well as, mitigating the safety risks and the eliminating human errors in workplaces. Furthermore, achieving these, wastes are reduced that is one of the main issues in Lean contexts.

Keywords: Augmented Reality, Human-Machine Interface, Human Augmentation, Industry 4.0, Ergonomics, Lean Production

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Augmented Reality
Human-Machine Interface
Human Augmentation

AUTORES / AUTHORS

Ana Cláudia Pereira
ALGORITMI Research Centre and Department of Production and Systems, University of Minho
ana.pereira@dps.uminho.pt
Pedro Arezes
ALGORITMI Research Centre and Department of Production and Systems, University of Minho
parezes@dps.uminho.pt
Anabela C. Alves
ALGORITMI Research Centre and Department of Production and Systems, University of Minho
anabela@dps.uminho.pt
Francisco J. Duarte
ALGORITMI Research Centre and Department of Information Systems, University of Minho
francisco.duarte@dsi.uminho.pt

INTRODUCCIÓN

1. Introduction

The global industrial landscape has deeply changed in the last years due to the rising advancements in technology and manufacturing processes. The successive technological innovations have led to the emergence of new global concepts, such as the so-called Industry 4.0, or the fourth industrial revolution [1]. Industry 4.0 is being compared with the previous three industrial revolutions that occurred in the last centuries [2]. After steam power, electricity and the advent of computers [3], the emerging fourth industrial revolution will bring together the digital and physical worlds through Cyber-Physical Systems (CPS) technologies, mainly, enhanced by the Internet of Things (IoT) and Services (IoS), which are considered the main Industry 4.0 technology enablers [4], [5].

Industry 4.0 concept can be described as a complex technological system that embraces a set of disruptive industrial developments, being highly focused on the creation of smart products and processes, using smart machines and transforming conventional manufacturing systems into smart factories [6]. This new industrial paradigm holds a huge potential and will bring new opportunities to organizations that are moving toward Industry 4.0, having further impacts in industry, markets, economy, products, business models and completely changing the current workplace and the work environment [5].

Augmented Reality (AR) is one of the disruptive technologies that are also emerging with Industry 4.0 and intends to combine the physical world with computer generated texts, images or animations, providing an intuitive interaction experience to the users. This technology provides new opportunities and can be defined as a real-time direct or indirect view of an enhanced or augmented real world environment, where virtual and physical objects interact in real-time, with the final aim at improving the work performance and efficiency in manufacturing environment [7], [8]. Human augmentation techniques are based on augmenting technologies, providing relevant information to operators, in order to enhance human life and augment human actions, senses, capabilities and cognition, allowing a human-centered real world merged with an information world [9]. Furthermore, an augmented human has extended capabilities regarding physical, sensing and cognitive abilities [10].

Moving toward Industry 4.0 paradigm and implementing emerging disruptive technologies, as AR, will enable new type of interactions between humans and machines, transforming the current industrial workforce and workplaces. Furthermore, the new Human-Machine Interface (HMI) paradigm will lead to deep impacts in tasks of workers and demands in the work environment, which will be characterized by the cooperation between smart machines and humans [10], [11]. Mitigating these impacts is crucial, ensuring that humans perform their tasks with less effort, without overburden or stress or, even, accidents due to workplace unevenness that are considered, normally, symptoms of wastes, based on Lean Production [12], [13].

In order to explore these opportunities, the ongoing project intends to evaluate how Industry 4.0 technologies, namely AR, are changing the HMI and workplaces at smart factories. Consequently, it intends to assess which type of AR is more suitable for each industrial process in order to augment human capabilities and senses. The main expected outcomes with this human augmentation consist in the improvement of task performance and productivity, decreasing of operation times and human effort, as well as, the mitigation of safety risks and the elimination of human errors. Furthermore, creating waste-free workplaces supported by Lean Thinking enabled by an enhanced HMI based on human augmentation is the main goal of this project.

This paper is structured into five main sections. After this introduction, the research methodology is explained in section 2. In section 3, a comprehensive literature review is presented, approaching several concepts, such as, AR, HMI and human augmentation, which are the main topics of this study. The main findings and the new HMI approach under development are explained in section 4 and, finally, in section 5 the main conclusions are drawn.

METODOLOGÍA

2. Methodology

In order to understand the relationship between AR technology and HMI in industrial context, a comprehensive literature review has been carried out, based on the main scientific databases, journal articles, conference papers books and other relevant documentation. Moreover, the literature review has been conducted considering the following electronic scientific databases: ISI Web of Knowledge, Elsevier (Science Direct), Scopus, Emerald Insight and Springer, over the 2000-2019 timeframe period. The aim of this research consisted in two main points: (1) the identification of the main articles and studies that address new HMI approaches in AR environment and (2) the understanding about emerging concepts that are related with the use of AR, such as, human augmentation, augmented operator, augmented worker and operator 4.0. Furthermore, this paper relies on an ongoing project that intends to propose a new approach for Human Augmentation, through the enhancement of HMI using AR. Therefore, this novel approach within the related case study context is presented in this paper.

RESULTADOS

3. Literature Review

This brief literature review approaches AR technology, HMI, human augmentation concept as well as augmented operator. These topics support the ongoing project and the new approach to be developed.

3.1. Augmented Reality

One of the emerging disruptive technologies that are being enabled by Industry 4.0 is AR, which intends to combine the physical word with computer generated texts and images or animations, providing an intuitive interaction experience to the users. This technology can be defined as a real-time direct or indirect view of an enhanced or augmented real world environment, combining real and virtual objects [7]. These objects are able to interact in real-time, allowing higher work performance and efficiency in workplaces [8]. The aim of AR is supplementing physical environment through the overlaying of digital computer generated information, such as, sound , images, video and graphics [14], simplifying user's experience and enhancing their perception and interaction with physical world by augmenting their sense of reality in real-time [7].

This technology is often related with Virtual Reality (VR), since these are two closely related areas. However, AR and VR are different concepts. VR is a technology that completely immerses their user in a virtual environment generated by computers in a 360-degree views of a simulated world, together with other sensorial experiences. Moreover, Mixed Reality (MR) consists in the intersection between AR and VR technologies, intending to merge physical and virtual worlds and generating new environments where virtual and physical objects interact in real-time [14].

AR can also be understood ass a variation of VR, however, unlike VR whose goal is to totally immerse users in a virtual world, AR aims to augment the real world adding computer generated information over real objects [15]. This information is added three dimensionally, in order to create a visual space and assist human behavior and movements [9]. In other words, AR consists in VR technology applied to real world, while VR is represented only in a simulated environment, AR has a strong focus on the physical environment, augmenting the sense of reality through the attachment of computer-generated information [16].

In the last years, the way of representing work instructions and information to operators has been changing [17]. The emerging technological developments have allowed the transition from traditional paper-based instruction to the application of 3D visualization techniques in order to increase productivity, cost savings and control regarding error traceability. Furthermore, the use of advanced visualization technologies allows real-time changes in instructions and processes available to be seen by workers, avoiding wastes caused by delays and errors [18]. There are many studies about the effectiveness of this technology to represent work instructions and relevant information to operators [19]. The integration of disruptive visualization techniques in work instructions can provide a higher level of quality, reduced times, more precise task performance, and cost effectiveness [20].

Over the last years, advanced techniques, such as AR, are being introduced in industrial environments in order to enhance visualization capabilities. One of the most usual application of AR technology is industrial environment consists in the use of wearable devices based on Head-Mounted Displays (HMD), such as smart glasses and helmets. Wearable devices hold a particular interest to industrial applications, providing hand-free solutions that allow users to communicate effectively with the physical world [21]. Furthermore, mobile hand-held displays, such as smartphones or tablets provide real-time interaction into one single device that overlays real environment by graphical augmentations [22]. The ubiquity and advanced features of mobile devices provide a good opportunity to implement AR in industrial environments for tasks automation and mitigation of information availability deficit for workers [23]. These devices have a large number of applications being more socially accepted when compared with HMD. Due to their easy transportation, these devices are widely used in industry, capturing the real environment through the device camera and providing superimposed real-time information on the display [24]. Spatial Augmented Reality (SAR) has been introduced by Bimber and Raskar [22] as a solution to merge real and virtual worlds. This technology proposes a projector-based AR that can overcome some limitations of the abovementioned types of AR. Despite of wearable and hand-held devices holding huge potential to industrial applications, these solutions are not group-oriented and do not facilitate social interactions. Projector-based AR or SAR can overcome this social gap, creating a space-efficient and seamless visual displays that are able to merge augmented physical objects and real environment in a shared workplace [25].

However, AR technology holds a huge potential to augment all human senses and capabilities, being not limited to sight sense [26]. The concept of AR audio, or augmented audio reality, is characterized by an extended real sound environment, where virtual and real sounds are mixed, allowing augmentation of hearing sense, in order to perceive virtual sounds as an extension to the natural ones, creating a hybrid augmented environment [27]. On the other hand, AR technology allows humans to become stronger and safer in manufacturing environment. Exoskeletons are wearable robots directly controlled by their users that hold a great potential in human physical capabilities augmentation regarding to strength, endurance, durability and speed [28]. This technology consists in a robotic extension of human body, helping in overcoming disabilities or enhance physical performance and capabilities in workplaces, supporting existing human limbs and replacing the lost ones [29]. The creation of super-strong humans in industrial environment is allowed by the use of wearable, lightweight, flexible and mobile exoskeletons that are enable by a biomechanical system powered by motors, pneumatics, levers or hydraulics that provide a cooperative human-robotic system [30].

AR is an emerging technology that intends to seamlessly enhance physical environments with virtual objects, creating a bridge between virtual and physical world and bringing them closer together. However, the importance of the interaction between human and machine has been growing as the technology develops. There are a lot of critical factors that have to be considered during the design of a technological solution that interacts with workers in an industrial environment. It is vital to ensure the accuracy of the provided information in order to allow a correct understanding of the instructions and simplify tasks execution. A lack of communication between machine and human can result in error that can pledge the quality of final product or service. For this reason, it is essential to make sure that the system provides every important information to the workers, in order to avoid human errors [31].

3.2. Human- Machine Interface

Moving toward Industry 4.0 paradigm and implementing AR will enable new type of interaction between humans and machines and, eventually, transform the current industrial workforce and workplace. The work environment is rapidly changing in the last few years due to disruptive technological advancements and Industry 4.0 is transforming jobs and required skills.

The most significant changes regards the new HMI paradigm that embraces the interaction between workers and a set of new ways of collaborative work [5]. This new paradigm will lead to deep impacts in worker tasks and demands in work environment, which will be characterized by the cooperation between smart machines and humans [10], [11]. The number of robots and smart machines is increasing, while physical and virtual worlds are merging, which means that a significant transformation is being launched in the current work environment. The increasing relevance of HMI will promote the interaction between both production elements and the required communication between smart machines, smart products and employees, enhanced by the vision of IoT and IoS that is enabled by CPS.

For that reason, ergonomic issues should be taken into account in the context of industry 4.0 and future systems should have a focus on workers and their importance [32], [33]. The integration of Industry 4.0 technologies, namely AR, in manufacturing systems and the increasing implementation of new technologies will have an impact on job profiles, as well as on work management, organization and planning. The main challenge in this context is to avoid what is known as technological unemployment, redefining current jobs and taking measures to adapt the workforce for the new jobs that will be created [34].

To mitigate these impacts, there are several aspects to consider for AR implementation. The AR tools must be developed with functionalities that allow a user-friendly collaboration between human and technology, in order to enhance their experience and improve their performance and awareness in a non-intrusive way. Thus, it will be possible to meet the industrial requirements, allowing people to be more efficient and effective in their tasks [35]. Regarding to human factors, the adoption of AR demands further analysis, since there are some critical factors such as the use of wearables, fatigue effects and optical quality [36]. Furthermore, during the design process of an AR application, there are some important issues to take into account regarding HMI. It is crucial to define who are the users, their needs, system effectiveness metrics, tasks to be performed and user's capabilities [37].

In order to achieve a human-machine symbiosis that allows higher workforce capabilities and increased manufacturing flexibility in future production systems, it is essential taking into account several aspects regarding technical and economic benefits for companies, such as, higher quality, shorter production times, optimized processes, increased responsiveness and innovation and continuous improvement capacity. However, workers should be the focus of every manufacturing systems and social-human benefits for workforce should be considered, including well-being and quality of working life, job satisfaction, improved ability and skills and higher personal flexibility and adaptation [10].

In augmentation and enhancement of human performance context, Human Cyber-Physical Systems (H-CPS) are the new approach for HMI, bringing together digital and physical worlds. H-CPS aim to achieve higher safety systems for workers, providing a sustainable human-centric production system where humans, machines and software dynamically interact within a cyber-physical world [38]. Based on this context, H-CPS are designed to improve human abilities in order to interact with smart machines within a smart factory which are engineered to fit operator's cognitive and physical need. Furthermore, these systems intend to enhance cognitive capabilities through the use of technologies, such as wearable devices [10].

Lean Production, an organizational approach that resulted from the Toyota Production System (TPS) [13], plays and important role ensuring safety and enhanced human factors in this context. Ohno [13] has considered wastes the activities do not add value to the products in a client point of view, classifying them into seven categories: overproduction; over processing; transportation; defects; motion; inventory and waiting. Later on, Liker [12] has identified an extra waste, i.e. untapped human potential. Nevertheless, already in 1977, TPS has been defined as a respect-for-human system in a first published English paper because workers were allowed to apply their full potential and actively participate in improving their own workshops [39]. TPS main goal is "doing more with less", where less means less human effort, less stocks, less resources, less space, less operation time. For this reason, was called Lean Production [40]. In other words, TPS was designed in a way that fewer and fewer resources would be required, in order to deliver the right products at the right time and at the shortest possible deadline, through the elimination of all types of wastes. Taking this into account, TPS also enables a greater production flexibility, while meeting quality standards and deadlines. Additionally, it tries to enable a greater production flexibility, while meeting quality standards and deadlines. After decades, enhancing Lean Production solutions represents a huge potential for current industrial landscape and Lean Automation, which consists in the automation integration into Lean Production, brings several opportunities for the smart factories context [41].

In HMI context, it is crucial to ensure that people develop their tasks without wastes and symptoms of wastes (muda, in Japanese). Beyond muda, there are the mura and muri that are considered the symptoms of muda. Muri is the overburden or stress or, even, accidents that could occur in the workplace due to other symptom of waste, the unevenness, i.e. mura. All together these three Japanese words are called 3M [12]. As so, Lean impacts ergonomics of workplaces [42]. To systematically eliminate wastes, Womack and Jones [43] have designed the Lean principles: Value; Value Stream; Flow; Pull production and Pursuit of Perfection. These principles happen cyclically and allow the continuous improvement, known as kaizen through the people heads, heart and hands (3H) because only people has the capability to think, promoting companies agility [44].

3.3. Human Augmentation

Human augmentation techniques rely on the use of technologies that are able to augment human actions, senses, capabilities and cognition, allowing humans to perceive the real environment in a new and enhanced way. Based on augmenting technologies, such as AR, VR and MR, relevant information is provided to operators, in order to enhance human life and allow new HMI solutions [45]. This approach is centered on the AR users and based on human-centered real world merged with an information world [9].

An augmented human has extended capabilities regarding physical, sensing and cognitive abilities [10]. Physical capabilities refer to operator's capacity to undertake physical activities required for daily work, such as, lifting, walking, manipulating and assembling. Regarding enhancement of physical capabilities, human augmentation will allow the creation of super-strong workers encased in exoskeletons, being able to safely move and lift more heavy items. Exoskeletons in industrial environment allow humans and technology to cooperate in order to simplify tasks and reduce physical stress, while offering additional protection, support and strength to operators. Enhanced physical capabilities using exoskeletons technology provide improved ergonomic conditions, reduced injuries, accidents and safety risks, higher productivity and quality. Furthermore, with a reduced physical workload, operators can relocate their energy to sensorial and cognitive capabilities, which promotes the sustainability of the workforce, allowing people to perform their tasks longer [38]. Furthermore, people with special needs or elderly people will have their quality of life improved with these new solutions that allow new forms of human actions [45].

Alternatively, AR holds a great potential in sensory augmentation, which consists in the extension of human senses. The sensory augmentation relies on the use of IoT-enabled sensor devices that collect, convert and aggregate external signals that would not be accessible to operators, due to several reasons, such as available data, human limitations or personal limitations. These devices are able to transform one signal into another, allowing humans to identify relevant information and simplifying decision-making processes [10]. AR is able to augment every human sense, however, sight sense augmentation is one of the most studied field. Applications that convert light within a spectrum not visible to human eye into visible light, visualization of dark scenes through infrared or superimposed virtual images provided by wearables or projections are some examples about extensions of the human visual function. Nevertheless, augmentation is not limited to sight sense and other applications can extend hearing function by immersing users in an augmented environment by sound in place of information. Furthermore, the sense of touch can also be augmented providing textures, sensations or radiant temperature that provide information to operators [9].

On the other hand, cognitive capability relies on the ability to undertake mental tasks, such as memory, decision-making, responsiveness, perception and reasoning, that are essential to perform tasks [46]. In Industry 4.0 and smart factories context, the increasing demand for mental tasks can be address by AR technology and new approaches to HMI that support the increased cognitive workload, while considering operators well-being and performance and reducing mental stress [10]. It is possible to intellectually augment humans in a human-centered environment superimposing information into real world regarding work instructions, personal information, directions or safety instructions [9]. In this context, AR technology provides a new HMI, displaying real-time information to operators, which improves decision-making and create new interactions between humans and products due to the available information about them, which allows their configuration and monitoring [38].

However, human augmentation goes beyond the scope of AR, being able to augment spatial and temporal abilities. human augmentation in time and space is known as telexistence. This is a concept that regards to a technology, such as AR, that can free humans from the constraints of time and space, allowing them to experience a real-time perception of being in other place and interact with a remote real, virtual or mixed environment [9].

Operator 4.0 is a concept that has emerged in Industry 4.0 context and can be understood as a smart and skilled operator that performs collaborative work with machines and robots, being enabled by CPS and advanced technologies [38]. AR is a critical enabling technology for improving information transfer between digital world and smart operators in physical world [47].

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4. New approach for Human Augmentation

To successfully embrace this new industrial paradigm and implement emerging technologies, namely AR, companies need to develop human-centric production systems that focus on workers and their needs. The application of this technology will directly affect operators and their workplaces, creating new interaction between humans and machines. This new interaction will merge digital and physical worlds, resulting in a socio-technical transformation in smart factories and a new HMI paradigm.

Therefore, the ongoing project intends to design a new approach for human augmentation, based on an enhanced HMI enabled by AR technology. This new approach relies on H-CPS, and aims to augment human's physical, sensorial and cognitive capabilities using AR technology in workplaces.

The purpose of the project consists in creating a symbiosis between human and technology, assessing how AR is changing workforce, workplaces and, consequently, HMI. Accordingly, it intends to assess which type of AR is more suitable for some of the analyzed industrial processes and, therefore, which human sense or capability should be augmented in order to improve task performance, productivity and efficiency at those workplaces.

For this purpose, the processes will be analyzed with a strong focus on human factors, ergonomics, HMI, and safety, identifying the most important human capabilities and senses to perform the required tasks. The main expected outcomes with this human augmentation consist in the decreasing of operation times and human effort, as well as, the mitigation of existent risk factors and the elimination of human errors.

In this context, human augmentation will focus on the enhancement of human factors and HMI, eliminating workplace's wastes, non-value added activities and risk factors. Furthermore, the operator's efforts during task performance will be reduced, promoting well-being within the organizations and ensuring equality for all workers, regardless their capabilities or disabilities, promoting a safe and secure working environment.

Moreover, the implementation of AR technology will allow the economic development and improvement of organization's performance, competitiveness and flexibility. The decreasing workload can also reduce work time, giving people more time to learn, think and innovate.

CONCLUSIONES

5. Conclusions

The fourth industrial revolution and the enabling technologies, namely AR, will bring together the digital and physical worlds, where humans and machines dynamically interact. Despite of this new manufacturing concept represents an opportunity to improve companies' productivity and efficiency, there are some concerns regarding human factors, once this will deeply affect operators and their workplaces.

In industrial context, AR technology holds great potential, allowing higher work performance and efficiency in workplaces that results from human augmentation that consists in the creation of operators with augmented or enhanced physical, sensorial and cognitive capabilities. However, the importance of HMI, in order to ensure a sustainable interaction between operators and machines, has been growing as the technology develops. There are a lot of critical factors regarding human errors, operator's well-being and industrial safety, being essential to ensure the accuracy of the provided information to simplify tasks performance and reduce workload and operator's effort.

After a literature review about several key concepts, such as AR, HMI and human augmentation, an ongoing project has been presented, which intends to create a symbiosis between human and technology, providing a sustainable and enhanced HMI based on human augmentation techniques. The purpose of this project, strongly focused on human factors and mitigation of safety risks in workplaces, consists in assessing which type of AR is more suitable for each process, considering the human senses and capabilities that should be augmented in order to reduce human effort during tasks performance.

Operators should be the main focus on every production system. For this reason, it is crucial to ensure that they develop their tasks without symptoms of wastes, such as overburden, stress or accidents that could occur due to the workplace unevenness. AR application in industrial context allows the enhancement of HMI, reducing operation times and human efforts, as well as, mitigating the safety risks and eliminating human errors in workplaces. Furthermore, achieving this, wastes are reduced that is one of the main issues in Lean contexts

AGRADECIMIENTOS

Acknowledgements
The authors acknowledge Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), Portugal for funding Ana C. Pereira's Ph.D. Grant SFRH/BD/139533/2018.

This work has also been supported by FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia within the scope of Project: UID/CEC/00319/2019.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

References

[1] K. Zhou, T. Liu, and L. Zhou, "Industry 4.0: Towards Future Industrial Opportunities and Challenges," in *International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, 2016, pp. 2147–2152.

[2] R. Schmidt, M. Möhring, R.-C. Härting, C. Reichstein, P. Neumaier, and P. Jozinović, "Industry 4.0 - Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results," in *International Conference on Business Information Systems*, 2015, pp. 16–27.

[3] N. von Tunzelmann, "Historical Coevolution of Governance and Technology in the Industrial Revolutions," *Struct. Chang. Econ. Dyn.*, vol. 14, no. 4, pp. 365–384, 2003.

[4] L. Monostori *et al.*, "Cyber-Physical Systems in Manufacturing," *CIRP Ann. - Manuf. Technol.*, vol. 65, no. 2, pp. 621–641, 2016.

[5] H. Kagermann, W. Wahlster, and J. Helbig, "Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0," München, 2013.

[6] S. Weyer, M. Schmitt, M. Ohmer, and D. Gorecky, "Towards Industry 4.0 - Standardization as the Crucial Challenge for Highly Modular, Multi-vendor Production Systems," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 48, no. 3, pp. 579–584, 2015.

[7] B. Furht, *Handbook of Augmented Reality*. Springer Science & Business Media, 2011.

[8] J. Sääski, T. Salonen, M. Liinasuo, J. Pakkanen, M. Vanhatalo, and A. Riitahuhta, "Augmented Reality Efficiency in Manufacturing Industry: a Case Study," in *Proceedings of NordDesign 2008 Conference*, 2008, pp. 99–109.

[9] S. Tachi, "From 3D to VR and further to telexistence," in *Proceedings of 23rd International Conference on Artificial Reality and Telexistence, ICAT 2013*, 2013, pp. 1–10.

[10] D. Romero, P. Bernus, O. Noran, J. Stahre, and Å. Fast-Berglund, "The Operator 4.0: Human Cyber-Physical Systems & Adaptive Automation towards Human-Automation Symbiosis Work Systems," in *APMS (Advances in Production Management Systems)*, 2016.

[11] D. Gorecky, M. Schmitt, M. Loskyll, and D. Zühlke, "Human-Machine-Interaction in the Industry 4.0 Era," in *12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, 2014, pp. 289–294.

[12] J. K. Liker, *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education, 2004.

[13] T. Ohno, *Toyota production system: beyond large-scale production*, vol. 15, no. 2. CRC Press, 1988, 1988.

[14] J. G. Falcioni, "Rewritting the Rules of Product Development." ASME TWO PARK AVE, NEW YORK, NY 10016-5990 USA, 2016.

[15] S. .-Y. Lu, M. Shpitalni, and R. Gadh, "Virtual and Augmented Reality Technologies for Product Realization," *CIRP Ann. - Manuf. Technol.*, vol. 48, no. 2, pp. 471–495, 1999.

[16] W. Friedrich, D. Jahn, and L. Schmidt, "ARVIKA-Augmented Reality for Development, Production and Service.," in *ISMAR*, 2002, vol. 2002, pp. 3–4.

[17] A. Pereira *et al.*, "Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company – A Case Study," *Procedia CIRP*, vol. 52, pp. 239–244, 2016.

[18] A. Weber, "Visual work instructions and the paperless factory," *Assem. Mag.*, vol. 57, no. 3, 2014.

[19] X. Wang, S. K. Ong, and A. Y. C. Nee, "A comprehensive survey of augmented reality assembly research," *Adv. Manuf.*, vol. 4, no. 1, 2016.

[20] T. D. Ropp *et al.*, "Creating hybrid air vehicle technical work instructions using Augmented Reality and 2D Barcode visualization technologies," 2013.

[21] M.-H. Stoltz, V. Giannikas, D. McFarlane, J. Strachan, J. Um, and R. Srinivasan, "Augmented Reality in Warehouse Operations: Opportunities and Barriers," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 50, no. 1, pp. 12979–12984, 2017.

[22] O. Bimber and R. Raskar, *Spatial augmented reality: Merging real and virtual worlds*. 2005.

[23] W. B. Tesfay, M. Aleksy, K. Andersson, and M. Lehtola, "Mobile computing application for industrial field service engineering: A case for ABB service engineers," in *Proceedings - Conference on Local Computer Networks, LCN*, 2013, pp. 188–193.

[24] E. Bottani and G. Vignali, "Augmented reality technology in the manufacturing industry: A review of the last decade," *IISE Trans.*, vol. 51, no. 3, pp. 284–310, 2019.

[25] T. Siriborvornratanakul, "Enhancing user experiences of mobile-based augmented reality via spatial augmented reality: Designs and architectures of projector-camera devices," *Adv. Multimed.*, vol. 2018, 2018.

[26] R. T. Azuma, "A survey of augmented reality," *Presence Teleoperators virtual Environ.*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385, 1997.

[27] A. Härmä *et al.*, "Augmented reality audio for mobile and wearable appliances," *AES J. Audio Eng. Soc.*, vol. 52, no. 6, pp. 618–639, 2004.

[28] J. J. S. Wong and N. Mir-Nasiri, "Design and development of a human-machine interactive-force controlled powered upper-limb exoskeleton for human augmentation and physical rehabilitation," in *2012 IEEE-EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences, IECBES 2012*, 2012, pp. 465–470.

[29] S.-W. Leigh, H. Agrawal, and P. Maes, "Robotic Symbionts: Interweaving Human and Machine Actions," *IEEE Pervasive Comput.*, vol. 17, no. 2, pp. 34–43, 2018.

[30] N. Sylla, V. Bonnet, F. Colledani, and P. Fraisse, "Ergonomic contribution of ABLE exoskeleton in automotive industry," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 44, no. 4, pp. 475–481, 2014.

[31] M. Khoshnevis and E. Lindberg, "Development of a Demonstrator in the Aerospace Industry for Visualization of 3D Work Instructions Mahan Khoshnevis," Linköping University, 2015.

[32] D. Zuehlke, "SmartFactory - Towards a Factory-of-things," *Annu. Rev. Control*, vol. 34, no. 1, pp. 129–138, 2010.

[33] U. Dombrowski and T. Wagner, "Mental Strain as Field of Action in the 4th Industrial Revolution," *Procedia CIRP*, vol. 17, pp. 100–105, 2014.

[34] V. Roblek, M. Meško, and A. Krapež, "A Complex View of Industry 4.0," *SAGE Open*, vol. 6, no. 2, pp. 1–11, 2016.

[35] G. Michalos, P. Karagiannis, S. Makris, Ö. Tokçalar, and G. Chryssolouris, "Augmented Reality (AR) Applications for Supporting Human-robot Interactive Cooperation," in *48th CIRP Conference on Manufacturing Systems - CIRP CMS 2015*, 2016, vol. 41, pp. 370 – 375.

[36] M. Plavšic, M. Duschl, M. Tönnis, H. Bubb, and G. Klinker, "Ergonomic Design and Evaluation of Augmented Reality Based Cautionary Warnings for Driving Assistance in Urban Environments," *Proc. Intl. Ergon. Assoc*, 2009.

[37] M. Fjeld, "Introduction: Augmented Reality - Usability and Collaborative Aspects," *Int. J. Hum. Comput. Interact.*, vol. 16, no. 3, pp. 387–393, 2003.

[38] D. Romero *et al.*, "Towards an operator 4.0 typology: A human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies," in *CIE 2016: 46th International Conferences on Computers and Industrial Engineering*, 2016.

[39] Y. Sugimori, K. Kusunoki, F. Cho, and S. Uchikawa, "Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 15, no. 6, pp. 553–564, 1977.

[40] J. P. Womack, D. T. Jones, and D. Roos, *The Machine That Changed The World*. 1990.

[41] D. Kolberg and D. Zühlke, "Lean Automation Enabled by Industry 4.0 Technologies," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 48, no. 3, pp. 1870–1875, 2015.

[42] P. M. Arezes, J. Dinis-Carvalho, and A. C. Alves, "Workplace ergonomics in lean production environments: A literature review," *Work*, vol. 52, no. 1, pp. 57–70, 2015.

[43] J. P. Womack and D. T. Jones, *Lean Thinking*, vol. 5. 1996.

[44] A. C. Alves, J. Dinis-Carvalho, and R. M. Sousa, "Lean production as promoter of thinkers to achieve companies' agility," *Learn. Organ.*, vol. 19, no. 3, 2012.

[45] T. Kymäläinen, H. Koskinen, and S. Aromaa, "Design and research for advanced human augmentation in the industrial work context," in *12th International Conference on Intelligent Environments*, 2016, pp. 608–614.

[46] J. B. Carroll, *Human cognitive abilities*. 2009.

[47] T. Ruppert, S. Jaskó, T. Holczinger, and J. Abonyi, "Enabling Technologies for Operator 4.0: A Survey," *Appl. Sci.*, vol. 8, no. 9, p. 1650, 2018.

Comparación ergonómica de tecnologías aplicables en el área de circulación y préstamo en bibliotecas y su impacto en el bienestar del personal y la productividad del área

RESUMEN / ABSTRACT

Las bibliotecas son consideradas importantes espacios académicos e investigativos para la adquisición, gestión e innovación en conocimiento, y el apoyo permanente de un equipo humano interno es vital para asegurar su adecuada operación.
Un área crítica en las bibliotecas es el área de circulación y préstamo bibliográfico, y en Instituciones de Educación Superior el personal que labora en esta área mantienen altas exigencias físicas: movimientos concentrados en miembros superiores, manipulación manual de cargas, uso de pantallas de visualización de datos, desplazamientos horizontales entre áreas, accesos a estanterías con diferente nivel de altura, entre otros, lo cual resulta generalmente en trastornos musculoesqueléticos.
La tecnología que generalmente apoya esta área es la identificación bibliográfica por bandas magnéticas (concentra el esfuerzo físico en un operario) o por radiofrecuencia (traslada el esfuerzo físico a los usuarios). La primera tecnología es la convencional y la segunda es la más reciente, pero implica una inversión económica bastante alta.
Así pues, este trabajo, a través de la aplicación de la metodología OCRA y otras herramientas ergonómicas, busca comparar el uso de estas tecnologías y el riesgo de desarrollar un trastorno musculoesquelético además de su impacto en la productividad general en la biblioteca, facilitando la toma de decisiones gerenciales basadas en evidencia

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Aplicación del método OCRA para evaluación de condiciones de trabajo
Impacto en la productividad por mejoras ergonomicas
Decisiones presupuestales basadas en evidencia ergonómica

AUTORES / AUTHORS

Constanza Ivonne Amaya Bolaños
Escuela Colombiana de Ingenieros
proyecto179622017@gmail.com
HEVER ALEXANDER VARGAS FRANCO
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
alexander.vargas@escuelaing.edu.co

INTRODUCCIÓN

Las bibliotecas son consideradas importantes espacios académicos e investigativos para la adquisición, gestión e innovación del conocimiento, por lo cual el apoyo permanente de un equipo humano interno saludable es vital para asegurar su adecuada operación y atención a los usuarios.

El presente estudio está centrado en el proceso de circulación y préstamo bibliográfico, como área crítica de las bibliotecas en Instituciones de Educación Superior, dado que se ha evidenciado que el personal asignado a ejecutar labores en esta área, mantiene altas exigencias físicas como son movimientos concentrados en miembros superiores, manipulación manual de cargas, uso de pantallas de visualización de datos, desplazamientos horizontales entre áreas, accesos a estanterías con diferente nivel de altura, entre otros, las cuales han podido ser factores que han impactado su estado de salud, presentando patologías simultaneas en el equipo de trabajo relacionadas con desordenes musculoesqueléticos.

En algunas universidades, la tecnología que generalmente se utiliza para la circulación y préstamo es la identificación de referencias bibliográficas a través de códigos de barras junto con la marcación de seguridad por el sistema de bandas magnéticas, lo cual hace que un trabajador sea parte activa de este proceso, concentrando el esfuerzo físico en sus extremidades superiores, durante el desempeño de su cargo relacionado con las tareas de recepción, identificación, magnetización y entrega de cada uno de los libros o material de lectura. En otros centros educativos, se hace uso de la tecnología de códigos de barras para identificación del material junto con la tecnología RFID (identificación por radiofrecuencia), la cual, a través de un tag, asegura el material y facilita el registro de cada novedad que se presente con el mismo, permitiendo un eficiente seguimiento electrónico, pero trasfiriendo la tarea que exige esfuerzo físico del trabajador (continua sobre un solo individuo) a los usuarios (esporádica sobre muchos individuos).

Por tanto, este estudio busca analizar a través de la aplicación de la metodología Check List OCRA, cursograma y herramientas electrónicas, la aplicación real de estas tecnologías y el riesgo de desarrollar un desorden musculoesquelético, además de su impacto en la productividad general en la biblioteca, facilitando la toma de decisiones gerenciales basadas en evidencia.

METODOLOGÍA

Para la realización del estudio ergonómico se identificaron las siguientes etapas:

1. Análisis de la situación actual relacionado con la actividad de circulación y préstamo bibliográfico en la biblioteca de una institución de educación superior.

2. Definición de tareas ejecutadas (desglose de actividad) por los trabajadores para dar atención al servicio de circulación y préstamo bibliográfico realizado a través de la tecnología de bandas magnéticas y código de barras, para las actividades de préstamo externo, préstamo interno y devoluciones.

3. Visita y análisis de actividades de circulación y préstamo realizado con la tecnología RFID (identificación y control por radiofrecuencia) en conjunto con código de barras, aplicado en otra institución de educación superior, para las actividades de auto préstamo, auto devolución y préstamo asistido.

4. Definición de actividades más críticas evidenciadas en cada una de las tecnologías aplicadas.

5. Aplicación de la lista de chequeo OCRA para realizar un análisis de riesgo ergonómico en cada una de las tareas más críticas, realizadas con el uso de tecnologías aplicadas para manejo de material bibliográfico (Banda magnética vs Radiofrecuencia) mediante el apoyo de la herramienta Kinovea.

6. Análisis de productividad a través de la elaboración del cursograma como herramienta de apoyo para verificar la realización de la tarea.

7. Verificación del beneficio global por el uso de cada una de las tecnologías analizadas (Banda magnética vs Radiofrecuencia)

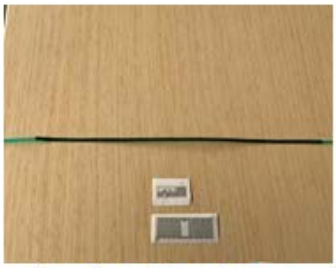
8. Relación de análisis de actividades con manifestación de desórdenes musculoesqueléticos en el personal del área evaluada

9. Emisión de recomendaciones para toma de decisiones gerenciales.

RESULTADOS

Con base en la metodología anteriormente descrita, fueron analizados dos sistemas de identificación y control de material bibliográfico en diferentes instituciones educativas, evidenciando tareas afines pero que, debido a la implementación de diferentes tecnologías, marca la diferencia en las condiciones laborales y por ende, en el estado de salud de los trabajadores del área, como también en la productividad de cada punto, teniendo en cuenta:

El estudio comprendió el análisis de la tecnología por banda magnética y el análisis de la tecnología por radiofrecuencia (RFID), integrados cada uno con la identificación por codigo de barras del material bibliográfico



De arriba hacia abajo: banda mágnetica, Tag de marcación para tecnología RFID (dos tamaños)



Muestra de identificación de material bibliográfico a través del código de barras.

· La necesidad de la realización del estudio se presentó teniendo en cuenta la alta presencia de ausentismos en el equipo de trabajo, relacionados en su gran mayoría, con desordenes musculo esqueléticos en miembros superiores, los cuales afectaban al colaborador de manera física, mental y emocional y por ende impactaba la productividad en las labores a su cargo y dando como resultado una deficiente atención entregada al usuario de la biblioteca.

· En cada una de las instituciones analizadas para la realización del presente estudio, se inició conociendo la operación de la biblioteca, que tipo de actividades se ejecutan en cada una y datos básicos sobre el número de turnos, personal a cargo, movimientos de material bibliográfico que se presenta, estado de salud de los trabajadores del área, y trazabilidad de ausentismos en caso de presentarse.

Posterior a la obtención de esta información base, se procedió a conocer la operación y beneficios de cada una de las tecnologías estudiadas, a través de entrevistas directas y grabación de videos de los trabajadores que ejecutan esta actividad, lo cual favoreció el estudio, al ser realizado con el personal experto del área que entiende su proceso, los riesgos a cargo y la necesidad de mejora que se evidencia en su unidad.

· Es de aclarar que en ambas bibliotecas además de las tecnologías anteriormente descritas, se mantiene adicionalmente el sistema de codificación e identificación de libros con código de barras, lo cual permite generar un código único a cada uno de los componentes de la colección abierta y cerrada y de esta manera poder realizar tanto el reconocimiento del título como la asignación de préstamo al usuario.

· Identificación de las actividades rutinarias que se realizan en cada biblioteca:

o Biblioteca con tecnología de banda magnética: Préstamo de material para uso externo, préstamo de material para uso interno en salas de biblioteca tanto de colección abierta como cerrada y devoluciones de material bibliográfico. A su vez, se realiza la acomodación del material en sus correspondientes estanterías y como actividad esporádica anual se realizan inventarios a toda la colección y organización completa del material.

o Biblioteca con tecnología de radiofrecuencia (RFID): Préstamo asistido de material, Devolución asistida de material y Auto préstamo. Adicionalmente, se realiza la acomodación del material en sus correspondientes estanterías y como actividad esporádica semestral se realizan inventarios a toda la colección y organización completa del material

· Acompañamiento y grabación de todas las actividades desarrolladas en cada una de las bibliotecas, con el fin de conocer su operación y determinar criticidad de las mismas, relacionadas de manera directa con el ausentismo del área.

· Dada la multiplicidad de tareas que se desarrollan en este tipo de espacios académicos y los análisis anteriormente mencionados, se definió enfocar el estudio en el análisis ergonómico y de productividad de la tarea más critica que se evidencia en cada proceso de acuerdo con la tecnología utilizada, teniendo en cuenta la repetitividad de sus posturas, así como también la frecuencia de atención. Por este motivo, para la tecnología por banda magnética se seleccionó el análisis de tareas realizadas en la actividad de *"Préstamo de material bibliográfico de uso externo"* y para la biblioteca con tecnología por radiofrecuencia (RFID) se analizaron las tareas realizadas en la actividad *"Devolución asistida de material bibliográfico".* Vale la pena aclarar que todas las actividades fueron analizadas y grabadas en su operación, sin embargo, para efectos del estudio, solo se aplicó la metodología de intervención Check List Ocra a las actividades identificadas como críticas.

· Desglose de cada actividad crítica que permite entender la operación y su impacto en el desempeño del trabajador:

o Préstamo de material bibliográfico de uso externo. Comprende las tareas de:

§ Recepción, lectura y devolución del documento del usuario a quien se le cargará el préstamo del material bibliográfico.

§ Recepción del material bibliográfico que el usuario tomará en préstamo

§ Identificación del material bibliográfico a prestar, a través de la lectura del código de barras único y asignación con el documento del usuario previamente registrado.

§ Desmagnetización del material bibliográfico a prestar para desactivación de controles de seguridad.

Entrega al usuario del material bibliográfico para préstamo durante el tiempo estipulado.



Registro fotográfico de des magnetización y entrega para préstamo de libro bajo la tecnología de magnetización.

- Devolución asistida de material bibliográfico. Comprende las tareas de:
  - Lectura del tag de radiofrecuencia que reconoce el material bibliográfico que será devuelto.
  - Lectura del código de barras del material bibliográfico que será devuelto.
  - Selección del proceso de devolución del material y descargue del usuario.
  - Ubicación del material bibliográfico en carro de transporte para su posterior ubicación en estantería.

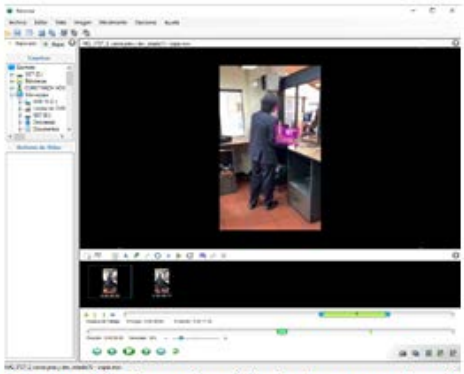


Devolución asistida de material con apoyo de trabajador

· Es en este punto, en que se aplica la metodología de evaluación ergonómica Check List OCRA como uno de los métodos de referencia para la adecuada evaluación del riesgo asociado a movimientos repetitivos en extremidades superiores, por medio del cual se analizan las acciones ejecutadas por turno de trabajo teniendo en cuenta su relación con los tiempos de duración de la jornada laboral, tiempos de la actividad, pausas, factor de recuperación, factor de frecuencia de realización de los ciclos de trabajo, fuerza empleada en el desarrollo de esta labor, postura y movimientos a nivel de hombro, codo, muñeca y mano-dedo, estereotipos o patrones similares, factores de riesgo adicionales y factor corrector de tiempos analizados. El resultado de este método direcciona a la organización bajo un parámetro claro de valoración del nivel de riesgo y su relación directa con la probabilidad de desarrollar desordenes musculoesqueléticos de miembro superior a 10 años.

· Para realizar el análisis ergonómico de las actividades críticas *"Préstamo de material bibliográfico de uso externo"* para tecnología con banda magnética y *"Devolución asistida de material bibliográfico"* para tecnología RFID, se hizo uso del esquema de intervención "Lista de Chequeo OCRA", conocido como un método ágil y relacional entre el nivel de riesgo y la ocurrencia de patologías de los trabajadores tomados de una metodología de observación. Es importante aclarar que se escogió esta metodología de valoración ergonómica porque los evaluadores (ingeniera industrial y medico laboral) cuentan con formación a nivel master en ergonomía (con la Universidad Politecnica de Cataluña) y profundización a nivel de experto en metodología Check List OCRA (curso UPC CERpIE 25 horas).

Adicionalmente, para el análisis detallado de tiempos y ángulos de posturas en la tarea, se hizo uso del software libre "Kinovea", a través de la lectura de los videos tomados en los sitios de trabajo, lo cual facilitó la información registrada en el Check List OCRA.



Pantalla de visualización de evaluación de tareas en el software Kinovea

El check list OCRA aplicado a las dos actividades criticas anteriormente mencionadas, se evidencia como soporte en las siguientes imágenes.

CHECK LIST OCRA PARA "PRÉSTAMO DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO DE USO EXTERNO" CON TECNOLOGÍA DE RADIOFRECUENCIA



Traducido por: ergónomo Giovanni

CHECKLIST OCRA

PROCEDIMIENTO ABREVIADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE SOBRECARGA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES EN LAS TAREAS REPETITIVAS.

Hoja 1

DATOS PROPIOS DE LA EMPRESA Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA TAREA

EMPRESA	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	DEPARTAM.	BIBLIOTECA
SEDE:	UNICA	LINEA:	ESCUELA 2_PRESTAMO DE LIBROS EXTERNO

BREVE DESCRIPCIÓN

TAREA:

Prestamo externo de libros a través de lectura con codigo de barras para identificación del libro y del carnet, asi como del uso de la tecnología de magnetización de cinta por cada material para garantizar su seguridad.

TIEMPO:

11,5 segundos

De las siguientes acciones técnicas contados en el ciclo:

Acciones	Extremidad superior derecha	Extremidad superior izquierda
Recibe carnet		1
Lee carnet con lector	1	
Entrega carnet	1	
Recibe el libro	1	
Manipula el libro	1	1
Lee libro con lector	1	1
Traslada libro a desmagnetizar	1	1
Desmagnetiza libro		1
Entrega libro	1	
TOTALES	**7**	**5**

Numero turnos (w): 1 — N° de puestos de trabajo con tareas idénticas a las evaluadas (j): 2

Número total de empleados en la tarea en estudio (k)=(w)x(j): 2 — N. hombres: 1 — Numero mujeres: 1

DATOS DE LA ORGANIZACION			VALORES	
DURACION DEL TURNO:	Oficial 540 Efectivo 480	a)	540	minutos
PAUSAS OFICIALES: horario e duración	15 min mañana, 15 min tarde	b)	30	minutos
PAUSAS EFECTIVAS: horario y duración	--			
PAUSA PARA COMER: horario y duración	Oficial 60 min Efectiva © 60 min	(c)	60	minutos
Trabajo no repetitivo limpieza, ...		(d)	45	minutos
TIEMPO NETO DE TRABAJO REPETITIVO:	*cálculo: (e) = (a) - (b) - (c) - (d)*	(e)	405	minutos
N° de tramos (o de ciclos)	programados: efectivos *(f)*:	(f)	427	ciclos
TIEMPO TOTAL DEL CICLO NETO (O CADENCIA): *cálculo: (g) = (e)/(f) x 60*		(g)	56,908665	seg
TIEMPO TOTAL DEL CICLO OBSERVADO o PERIODO DE OBSERVACIÓN:		(h)	11,5	seg
CÁLCULO DE LA DIFERENCIA ENTRE T.T.C. Y TIEMPO OBS.: cálculo: (i) = [(g) - (h)] / (g) [%]		(i)	80%	

FACTOR DE RECUPERACION

Dibujar en el siguiente gráfico la distribución de los descansos efectivamente realizadas y la hora de comer ya sean pagadas (incluido en el horario) o tiempo extra (no incluido). Luego, cuente cuántas horas no tienen una adecuada recuperación (5: 1 entre el trabajo repetitivo y pausa). Tenga en cuenta que los 60 minutos antes de la comida (que dura al menos 30 min.) Y los últimos 60 min. de trabajo se considera "recuperación".

Número de horas sin adecuada recuperación 5

H inizio turno	GRAFICO HORARIO Y RECUPERACIONES *(1 rectángulo = 1 hora)*: PRIMER TURNO								H final turno
7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	

hora de recuperación con pausa > 8 min — hora recuperación al término del turno/PM — Pausa para comer

PUNTAJE FINAL DEL MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN 1,48

N° de hora sin adecuada recuperación	0	1	2	3	4	5	6	7	8
MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN	1,00	1,05	1,12	1,20	1,33	1,48	1,70	2,00	2,50

Hoja 2

FACTOR DE FRECUENCIA

ACTIVIDAD DEL BRAZO Y FRECUENCIA DE TRABAJO CON QUE SE REALIZAN LOS CICLOS

Elija solo una respuesta para cada bloque (ACCIONES DINÁMICAS o ACCIONES ESTÁTICAS) y tome en cuenta la puntuación más alta es posible escoger valores intermedios.

ESCENARIO RELATIVO A LA DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA POR ACCIONES TÉCNICAS DINÁMICAS	Punt.	Derecha	Izquierda
Los movimientos de los brazos son lentos con posibilidad de frecuentes interrupciones (20 acciones/minuto)	0		
Los movimientos de los brazos no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto ó una acción cada 2 segundos), con posibilidad de breves interrupciones.	1		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) pero con posibilidad de breves interrupciones.	3		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) la posibilidad de interrupciones es más escasa e irregular.	4		
Los movimientos de los brazos son rápidos y constantes (cerca de 50 acciones/min.) son posibles pausas breves y ocasionales.	6		
Los movimientos de los brazos son muy rápidos y constantes, la falta de interrupciones hace difícil mantener el ritmo (60 acciones/min.)	8		
Frecuencia muy alta (70 acciones/min. O más); no son posibles las interrupciones.	10		
ACCIONES TÉCNICAS ESTÁTICAS OBSERVADAS EN EL TIEMPO TOTAL DEL CICLO O EN EL PERIODO DE OBSERVACIÓN	**Punt.**	**Derecha**	**Izquierda**
Un objeto es mantenido en tomada estática por menos del 50% del tiempo	0		
Un objeto se mantiene en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 2/3 del tiempo.	2,5		
Un objeto es mantenido en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 3/3 del tempo.	4,5		

SINTESI FRECUENZIA ACCIONES DINAMICAS	Derecha	Izquierda
Número de acciones técnicas contenidas en el ciclo (x)	7	5
Tiempo total del ciclo (y)	56,908665	56,909
Frecuencia de acciones por minuto (x/y * 60)	7	5
Posibilidad de interrupciones breves	SI	SI

PUNTAJE FINAL FACTOR FRECUENCIA	Derecha	Izquierda
	0	0

FACTOR DE FUERZA

PRESENCIA DE ACTIVIDADES LABORALES CON USO REPETITIVO DE FUERZA DE MANOS/BRAZOS [x] SI [ ] NO

Se puede señalar más de una respuesta. Sume los resultados parciales obtenidos. Si fuese necesario escoja resultados intermedios y súmelos

LA ACTIVIDAD LABORAL IMPLICA USO DE FUERZA INTENSA O CASI MAXIMAL (Puntaje de 8 o más en la escala de Borg) para:

	PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas	6	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir	12	1 % del tiempo		
Presionar botones	24	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas	32	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.				

LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA FUERTE (Puntaje 5-6-7 en la escala de Borg) para

	PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas	4	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir	8	1 % del tiempo		
Presionar botones	16	5 % del tiempo	x	x
Utilizar herramientas	24	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.				

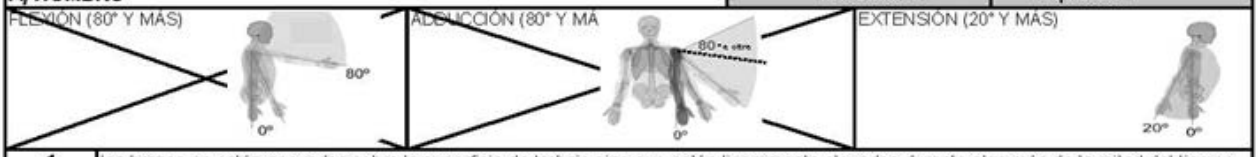
LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA DE GRADO MODERADO (punt. 3-4 en la escala de Borg) para:

		PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas		2	1/3 del tiempo ciclo		
Cerrar o abrir		4	Casi la mitad del tiempo		
Presionar botones		6	Más de la mitad del tiempo		
Utilizar herramientas	x	8	Casi todo el tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					

PUNTAJE FINAL FACTOR FUERZA	derecha	izquierda
	16	16

FACTOR DE POSTURA Y MOVIMIENTOS INADECUADOS

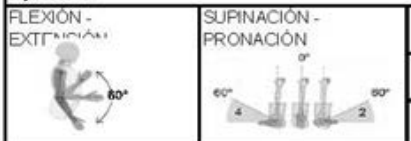
A) HOMBRO	Derecha: 1	Izquierda: 1



1	los brazos no están apoyados sobre la superficie de trabajo sino que están ligeramente elevados durante algo más de la mitad del tiempo.
2	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi un 10% del tiempo
6	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi 1/3 del tiempo.
12	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo.
24	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi todo el tiempo.

N.B.: se le mani operano ben sopra l'altezza del capo, raddoppiare i valori

B) CODO	Derecha: 0	Izquierda: 0



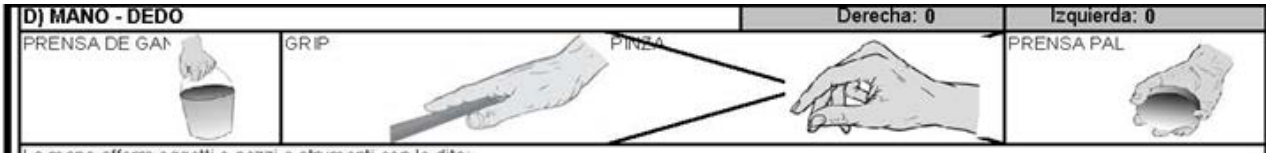
2	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos cerca de 1/3 del tiempo. (25% - 50%)
4	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos por casi todo el tiempo (más del 80%)

C) MUÑECA	Derecha: 0	Izquierda: 0



2	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos aproximadamente 1/3 del tiempo (25% - 50%)
4	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión y desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos, casi todo el tiempo (más del 80%)

D) MANO - DEDO	Derecha: 0	Izquierda: 0



La mano afferra oggetti o pezzi o strumenti con le dita:

	con los dedos juntos (pinza)
X	con la mano casi completamente abierta (prensa palmar)
	con los dedos en forma de gancho (prensa de gancho)
	Con otros tipos de prensa similares a los indicados anteriormente o con finos movimientos de los dedos

2	por cerca 1/3 del tiempo (25% - 50%)
4	por cerca 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	casi todo el tiempo (más del 80%)

E) ESTEREOTIPIA	Derecha: 1,5	Izquierda: 1,5

1,5	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS POR MAS DE LA MITAD DEL TIEMPO TRABAJO LA PRESENCIA DE HOMBRO (o el ciclo de tiempo de entre 8 y 15 seg. en que prevalecen las acciones técnicas, incluso distintas entre ellas, de los miembros superiores.
3	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS CASI TODO EL TIEMPO o tiempo de ciclo inferior a 8 seg., en que prevalecen acciones técnicas, incluso distintas, de los miembros superiores.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR POSTURA	2,5	2,5

Pag. 9 di 18

PRESENCIA DE FACTORES DE RIESGO ADICIONALES	
Escoger una sola respuesta por bloque y sumar par obtener la puntuación.	
Factores físicos	
2	Se emplean por más de la mitad del tiempo guantes inadecuados para la tarea, (incómodos, demasiado gruesos, talla incorrecta).
2	Presencia de movimientos repentinos o bruscos o contratiempo con frecuencia de 2 o más por minuto.
2	Presencia de impactos repetidos (uso de las manos para dar golpes) con frecuencia de al menos 10 veces por hora.
2	Contacto con superficies frías (inferior a 0 grados) o desarrollo de labores en cámaras frigoríficas por más de la mitad del tiempo.
2	Se emplean herramientas vibradoras o destornilladores por al menos un tercio del tiempo. Atribuir un valor de 4 en caso de uso de instrumentos con elevado contenido de vibración (ej. Martillo neumático, maso, flexibles, etc.) Utilizados en al menos 1/3 del tiempo.
2	Se emplean herramientas que provocan compresión sobre las estructuras musculosas y tendinosas (verificar la presencia de enrojecimiento, callos, heridas, etc. Sobre la piel).
2	Se realizan tareas de presición durante más de la mitad del tiempo (tareas en áreas menores a 2 o 3mm) que requieren distancia visual de acercamiento
2	Existen más factores adicionales al mismo tiempo (como.....) que ocupan más de la mitad del tiempo.
3	Existen uno o más factores adicionales que ocupa casi todo el tiempo (como :.....)
Factores organizaciones	
1	El ritmo de trabajo está determinado por la máquina, pero existen "espacios de recuperación" por lo que el ritmo puede acelerarse o desacelerar.
2	El ritmo de trabajo está completamente determinado por la máquina.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FACTORES ADICIONALES	0	0

FACTOR MULTIPLICATIVO CORRECTOR DEL TIEMPO NETO DEL TRABAJO REPETITIVO								
Multiplicar el puntaje intrinsico de la estación por el factor multiplicativo relativo a la duración del trabajo repetitivo.								
60-120 min:	Fact. multipl. =	0,5	241-300 min:	Fact. multipl. =	0,85	421-480 min:	Fact. multipl. =	1
121-180 min:	Fact. multipl. =	0,65	301-360 min:	Fact. multipl. =	0,925	sup. 480 min:	Fact. multipl. =	1,5
181-240 min:	Fact. multipl. =	0,75	361-420 min:	Fact. multipl. =	0,95			

	FRECUENCIA		FUERZA		POSTURA		ADICIONALES		M. RECUP.		M. DURACION		INDICE De
(	0	+	16,0	+	2,5	+	0	)	X 1,48	X	0,95	=	26,0
(	0	+	16	+	2,5	+	0	)	X 1,48	X	0,95	=	26,0

CHECK LIST	INDICE OCRA	BANDAS	RIESGO	PREDICCION DE PATOLOGIAS UL-WMSDs (%)
hasta 7,5	fino a 2,2	VERDE	ACEPTABLE	inf. 5,3
7,6 - 11,0	2,3 - 3,5	AMARILLO	BORDERLINE O MUY LEVE	5,3 - 8,4
11,1 - 14,0	3,6 - 4,5	NARANJO	LEVE	8,5 - 10,7
14,1 - 22,5	4,6 - 9,0	ROJO MEDIO	MEDIO	10,8 - 21,5
≥ 22,6	≥ 9,1	VIOLETA	ELEVADO	mayor a 21,5

CHECK LIST OCRA PARA "DEVOLUCIÓN ASISTIDA DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO" CON TECNOLOGÍA DE RADIOFRECUENCIA

traducido por: ergónomo Giovanni

CHECKLIST OCRA

PROCEDIMIENTO ABREVIADO PARA LA IDENTIFICACION DEL RIESGO DE SOBRECARGA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES EN LAS TAREAS REPETITIVAS.

Hoja 1

DATOS PROPIOS DE LA EMPRESA Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA TAREA

EMPRESA UDCA DEPARTAM. BIBLIOTECA

SEDE: NORTE LINEA: UDCA 1_ATENCIÓN ASISTIDA EN DEVOLUCIÓN

BREVE DESCRIPCIÓN

TAREA:

ATENCIÓN DIRECTA EN PUESTO DE TRABAJO, IDENTIFICACION DEL LIBRO CON CODIGO DE BARRAS Y SEGURIDAD A TRAVES DE TECNOLOGIA RFID, RECEPCION DE LIBRO DEVUELTO Y UBICACIÓN EN CARRO PARA POSTERIOR UBICACIÓN EN ESTANTERÍA (OTRA TAREA)

TIEMPO:

9 segundos



De las siguientes acciones técnicas contados en el ciclo:

Acciones	Extremidad superior derecha	Extremidad superior izquierda
Espera que el sistema de radiofrecuencia RFDI reconozca el material bibliografico	0	0
Dar click para activar lector de codigo de barras	1	0
Acepta proceso de devolución en el sistema	1	0
Ubicar libro en carro para posterior ubicación en estanteria	0	1
TOTALE	**2**	**1**

Numero turnos (w): 1 N° de puestos de trabajo con tareas idénticas a las evaluadas (j): 2

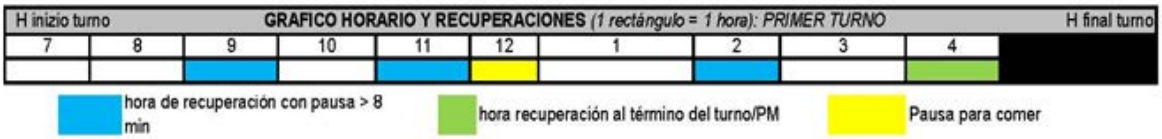
Numero total de empleados en la tarea en estudio (k)=(w)x(j): 4 N. hombres: 1 Numero mujeres: 1

DATOS DE LA ORGANIZACION			VALORES	
DURACION DEL TURNO:	Oficial 9 Efectivo 8	a)	540	minutos
PAUSAS OFICIALES: horario Y duración PAUSAS EFECTIVAS: horario y duración	–	b)	30	minutos
PAUSA PARA COMER: horario y duración	Oficial Efectiva ©	(c)	60	minutos
Trabajo no repetitivo limpieza, ...		(d)	400	minutos
TIEMPO NETO DE TRABAJO REPETITIVO:	*cálculo: (e) = (a) - (b) - (c) - (d)*	(e)	40,5	minutos
N° de tramos (o de ciclos)	programados: efectivos *(f):*	(f)	270	ciclos
TIEMPO TOTAL DEL CICLO NETO (O CADENCIA): *cálculo: (g) = (e)/(f) x 60*		(g)	9	seg
TIEMPO TOTAL DEL CICLO OBSERVADO o PERIODO DE OBSERVACIÓN:		(h)	9	seg
CÁLCULO DE LA DIFERENCIA ENTRE T.T.C. Y TIEMPO OBS.: cálculo: (i) = |(g) - (h)| / (g) [%]		(i)	0%	

FACTOR DE RECUPERACION

Dibujar en el siguiente gráfico la distribución de los descansos efectivamente realizadas y la hora de comer ya sean pagadas (incluido en el horario) o tiempo extra (no incluido). Luego, cuente cuántas horas no tienen una adecuada recuperación (5: 1 entre el trabajo repetitivo y pausa). Tenga en cuenta que los 60 minutos antes de la comida (que dura al menos 30 min.) Y los últimos 60 min. de trabajo se considera "recuperación".

Número de horas sin adecuada recuperación **5**



PUNTAJE FINAL DEL MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN **1,48**

N° de hora sin adecuada recuperación	0	1	2	3	4	5	6	7	8
MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN	1,00	###	1,12	1,20	1,33	1,48	1,70	2,00	2,50

Hoja 2

FACTOR DE FRECUENCIA

ACTIVIDAD DEL BRAZO Y FRECUENCIA DE TRABAJO CON QUE SE REALIZAN LOS CICLOS

Elija solo una respuesta para cada bloque (ACCIONES DINÁMICAS o ACCIONES ESTÁTICAS) y tome en cuenta la puntuación más alta es posible escoger valores intermedios.

ESCENARIO RELATIVO A LA DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA POR ACCIONES TÉCNICAS DINÁMICAS	Punt.	Derecha	Izquierda
Los movimientos de los brazos son lentos con posibilidad de frecuentes interrupciones (20 acciones/minuto).	0	x	x
Los movimientos de los brazos no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto ó una acción cada 2 segundos), con posibilidad de breves interrupciones.	1		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) pero con posibilidad de breves interrupciones.	3		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) la posibilidad de interrupciones es más escasa e irregular.	4		
Los movimientos de los brazos son rápidos y constantes (cerca de 50 acciones/min.) son posibles pausas breves y ocasionales.	6		
Los movimientos de los brazos son muy rápidos y constantes, la falta de interrupciones hace difícil mantener el ritmo (60 acciones/min.)	8		
Frecuencia muy alta (70 acciones/min. O más); no son posibles las interrupciones.	10		
ACCIONES TÉCNICAS ESTÁTICAS OBSERVADAS EN EL TIEMPO TOTAL DEL CICLO O EN EL PERIODO DE OBSERVACIÓN	**Punt.**	**Derecha**	**Izquierda**
Un objeto es mantenido en tomada estática por menos del 50% del tiempo	0	x	x
Un objeto se mantiene en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 2/3 del tiempo.	2,5		
Un objeto es mantenido en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 3/3 del tempo.	4,5		

SINTESI FRECUENZIA ACCIONES DINAMICAS	Derecha	Izquierda
Número de acciones técnicas contenidas en el ciclo (x)	2	1
Tiempo total del ciclo (y)	9	9
Frecuencia de acciones por minuto (x/y * 60)	13	7
Posibilidad de interrupciones breves	SI	SI

	Derecha	Izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR FRECUENCIA	0	0

FACTOR DE FUERZA

PRESENCIA DE ACTIVIDADES LABORALES CON USO REPETITIVO DE FUERZA DE MANOS/BRAZOS ☐ SI ☒ NO

Se puede señalar más de una respuesta. Sume los resultados parciales obtenidos. Si fuese necesario escoja resultados intermedios y súmelos

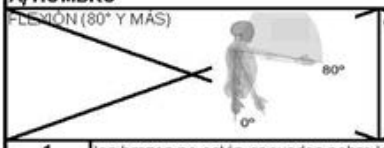
		PUNTAJES		de	iz
LA ACTIVIDAD LABORAL IMPLICA USO DE FUERZA INTENSA O CASI MAXIMAL (Puntaje de 8 o más en la escala de Borg) para:					
Empujar o tirar de palancas		6	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir		12	1 % del tiempo		
Presionar botones		24	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas		32	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					
LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA FUERTE (Puntaje 5-6-7 en la escala de Borg) para					
Empujar o tirar de palancas		4	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir		8	1 % del tiempo		
Presionar botones		16	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas		24	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					
LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA DE GRADO MODERADO (punt. 3-4 en la escala de Borg) para:					
Empujar o tirar de palancas		2	1/3 del tiempo ciclo	X	
Cerrar o abrir		4	Casi la mitad del tiempo		
Presionar botones		6	Más de la mitad del tiempo		
Utilizar herramientas	X	8	Casi todo el tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					

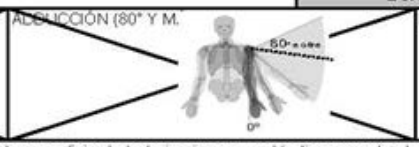
	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR FUERZA	2	0

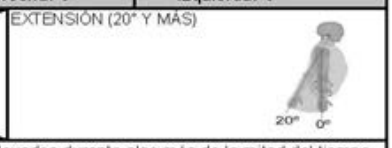
FACTOR DE POSTURA Y MOVIMIENTOS INADECUADOS

A) HOMBRO

	Derecha: 1	Izquierda: 1





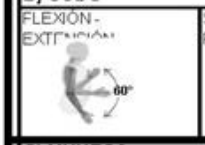


1	los brazos no están apoyados sobre la superficie de trabajo sino que están ligeramente elevados durante algo más de la mitad del tiempo.
2	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi un 10% del tiempo
6	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi 1/3 del tiempo.
12	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo.
24	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi todo el tiempo.

N.B.: se le mani operano ben sopra l'altezza del capo, raddoppiare i valori

B) CODO

	Derecha: 0	Izquierda: 0

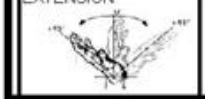


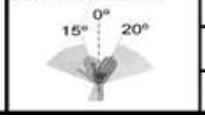


2	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos cerca de 1/3 del tiempo. (25% - 50%)
4	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos por casi todo el tiempo (más del 80%)

C) MUNECA

	Derecha: 0	Izquierda: 0



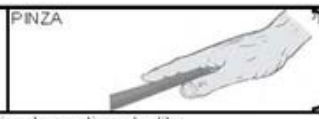


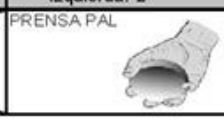
2	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos aproximadamente 1/3 del tiempo (25% - 50%)
4	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión y desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos, casi todo el tiempo (más del 80%)

D) MANO - DEDO

	Derecha: 0	Izquierda: 2







La mano afferra oggetti o pezzi o strumenti con le dita:

	con los dedos juntos (pinza)	2	por cerca 1/3 del tiempo (25% - 50%)
X	con la mano casi completamente abierta (prensa palmar)	4	por cerca 2/3 del tiempo (51% - 80%)
	con los dedos en forma de gancho (prensa de gancho)	8	casi todo el tiempo (más del 80%)
	Con otros tipos de prensa similares a los indicados anteriormente o con finos movimientos de los dedos		

E) ESTEREOTIPIA

	Derecha: 1,5	Izquierda: 1,5

1,5	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS POR MÁS DE LA MITAD DEL TIEMPO TRABAJO LA PRESENCIA DE HOMBRO (o el ciclo de tiempo de entre 8 y 15 seg. en que prevalecen las acciones técnicas, incluso distintas entre ellas, de los miembros superiores.
3	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS CASI TODO EL TIEMPO o tiempo de ciclo inferior a 8 seg., en que prevalecen acciones técnicas, incluso distintas, de los miembros superiores.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR POSTURA	2,5	3,5

PRESENCIA DE FACTORES DE RIESGO ADICIONALES	
Escoger una sola respuesta por bloque y sumar par obtener la puntuación.	
Factores físicos	
2	Se emplean por más de la mitad del tiempo guantes inadecuados para la tarea, (incómodos, demasiado gruesos, talla incorrecta).
2	Presencia de movimientos repentinos o bruscos o contratiempo con frecuencia de 2 o más por minuto.
2	Presencia de impactos repetidos (uso de las manos para dar golpes) con frecuencia de al menos 10 veces por hora.
2	Contacto con superficies frías (inferior a 0 grados) o desarrollo de labores en cámaras frigoríficas por más de la mitad del tiempo.
2	Se emplean herramientas vibradoras o destornilladores por al menos un tercio del tiempo. Atribuir un valor de 4 en caso de uso de instrumentos con elevado contenido de vibración (ej. Martillo neumático, maso, flexibles, etc.) Utilizados en al menos 1/3 del tiempo.
2	Se emplean herramientas que provocan compresión sobre las estructuras musculosas y tendinosas (verificar la presencia de enrojecimiento, callos, heridas, etc. Sobre la piel).
2	Se realizan tareas de presición durante más de la mitad del tiempo (tareas en áreas menores a 2 o 3mm) que requieren distancia visual de acercamiento
2	Existen más factores adicionales al mismo tiempo (como.....) que ocupan más de la mitad del tiempo.
3	Existen uno o más factores adicionales que ocupa casi todo el tiempo (como :.....)
Factores organizaciones	
1	El ritmo de trabajo está determinado por la máquina, pero existen espacios de recuperación por lo que el ritmo puede acelerarse o desacelerar.
2	El ritmo de trabajo está completamente determinado por la máquina.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FACTORES ADICIONALES	0	0

FACTOR MULTIPLICATIVO CORRECTOR DEL TIEMPO NETO DEL TRABAJO REPETITIVO								
Multiplicar el puntaje intrinsico de la estación por el factor multiplicativo relativo a la duración del trabajo repetitivo.								
60-120 min:	Fact. multipl. =	0,5	241-300 min:	Fact. multipl. =	0,85	421-480 min:	Fact. multipl. =	1
121-180 min:	Fact. multipl. =	0,65	301-360 min:	Fact. multipl. =	0,925	sup. 480 min:	Fact. multipl. =	1,5
181-240 min:	Fact. multipl. =	0,75	361-420 min:	Fact. multipl. =	0,95			

	FRECUENCIA		FUERZA		POSTURA		ADICIONALES		M. RECUP.		M. DURACION		INDICE De
(	0	+	2,0	+	2,5	+	0	)	1,48	X	0,5	=	3,3
(	0	+	0	+	3,5	+	0	)	1,48	X	0,5	=	2,6

CHECK LIST	INDICE OCRA	BANDAS	RIESGO	PREDICCION DE PATOLOGIAS UL-WMSDs (%)
hasta 7,5	fino a 2,2	VERDE	ACEPTABLE	inf. 5,3
7,6 - 11,0	2,3 - 3,5	AMARILLO	BORDERLINE O MUY LEVE	5,3 - 8,4
11,1 - 14,0	3,6 - 4,5	NARANJO	LEVE	8,5 - 10,7
14,1 - 22,5	4,6 - 9,0	ROJO MEDIO	MEDIO	10,8 - 21,5
≥ 22,6	≥ 9,1	VIOLETA	ELEVADO	mayor a 21,5

.

De acuerdo con los resultados del check list OCRA aplicado a las tareas críticas se concluye:

- *Actividad "Préstamo de material bibliográfico de uso externo" a través de la tecnología actual de banda magnética.*
  - El análisis del check list OCRA generó como resultado de índice para miembro superior derecho **26,0** y para miembro superior izquierdo **26,0,** lo que supera el índice superior en el check list OCRA definido en $\geq 22{,}6$ como riesgo ELEVADO, relacionado con una predicción de patologías $> 21{,}5\ \%$ de probabilidad de desarrollar un desorden musculo esquelético de miembros superiores en un tiempo de 10 años para el grupo de sujetos expuestos.
  - Con base en este resultado, se puede establecer la relación directa que existe entre la tarea ejecutada con tecnología de banda magnética y la prevalencia de enfermedades musculo esqueléticas presentadas en el personal y materializado solo en un porcentaje en ausentismo en puesto de trabajo, pero evidenciado en múltiples consultas médicas relacionadas con este tipo de sintomatologías.
  - Por lo anterior, se evidencia la necesidad de contemplar la renovación del sistema tecnológico actual utilizado en la biblioteca (banda magnética), sustentado en que el mismo genera un grado de afectación a las condiciones de salud de los trabajadores, resultando en largo plazo en enfermedades laborales.

o *Actividad "Devolución asistida de material* bibliográfico" para tecnología RFID

- El resultado del análisis check list OCRA evidencia un índice para miembro superior derecho 3,3 y para miembro superior izquierdo 2,6, ubicándose en el segmento de riesgo ACEPTABLE (hasta 7,5) y con una predicción de patologías inferior al 5.3% de probabilidad de desarrollar un desorden musculo esquelético de miembros superiores en un tiempo de 10 años, en el grupo de sujetos expuestos.

- Por lo anterior, es posible concluir que la utilización de la tecnologia RFID, al disminuir en el trabajador la manipulación de cargas, los movimientos repetitivos y las posturas forzadas, genera una alta diferenciación en la realización adecuada de la tarea, lo cual redunda en el bienestar del personal que desempeña actividades en el área, y su migración a este nuevo sistema es recomendable tanto desde el punto de vista tecnológico como laboral.

· Vale la pena resaltar que para la actividad de Auto préstamo utilizado en la tecnología RFID y catalogado como el sistema que genera mayor valor agregado a esta renovación de tecnología, no fue necesario aplicar el Check List OCRA, dado que con la instalación directa de estos equipos, se elimina completamente para el trabajador, las labores repetitivas relacionadas con el préstamo y devolución de material bibliográfico en su puesto de trabajo, dejando estas tareas de manera directa al usuario de la biblioteca, quien hace uso del punto de autopréstamo, ubicando el material bibliográfico sobre el lector, ingresan al sistema con su usuario y contraseña asignados, selecciona el proceso que quiere realizar (préstamo, devolución o renovación) y el sistema directamente oficializa la solicitud, sin necesidad de intervención de ningún trabajador, teniendo en cuenta beneficios como la lectura múltiple de referencias bibliográficas (que evita al usuario devolver unidad por unidad, sino facilita la entrega en bloques asignados a una misma persona, generación de comprobante físico o magnético del movimiento bibliográfico realizado y optimización de los tiempos de espera y cuellos de botella generados en los puntos de atención de la biblioteca).



Uso del punto de autopréstamo y autodevolución externo, realizado directamente por el usuario

· Adicionalmente, la tecnología RFID permite que, en la actividad de préstamo y devolución asistida, es decir, cuando el usuario realiza estos procesos a través de un funcionario de la biblioteca, el trabajador esté eximido de la manipulación constante de cargas del material bibliográfico como de la generación de posturas fuera de los ángulos de confort y de movimientos repetitivos inadecuados que se puedan presentar en estos procesos.

· Paralelamente, con el fin de realizar un análisis en cuanto a productividad se refiere con la aplicación de las dos tecnologías de estudio (banda magnética vs radiofrecuencia), se aplicó la herramienta del cursograma, en donde se hace el desglose de las tareas que comprenden cada actividad critica analizada, junto con la asignación al tipo de labor realizada (operación, transporte, espera, control y deposito), el tiempo exacto de duración y el respectivo análisis relacionado con la mejora en la atención de los usuarios y los servicios prestados en la biblioteca, al renovar las tecnologías que impacten en su gestión y sobre todo que mejoren la calidad de vida del trabajador, disminuyendo actividades repetitivas y sobrecargas presentadas en el desarrollo de su labor.

Los cursogramas aplicados a las dos actividades críticas anteriormente mencionadas, se evidencian como soporte en las siguientes imágenes.

CURSOGRAMA DE ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD PARA "PRÉSTAMO DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO DE USO EXTERNO" CON TECNOLOGÍA DE RADIOFRECUENCIA

www.studiofanti.net

Copia de Cursogramma esp,
Prestamo de uso externo_BM

Diagrama n° 01	Hoja n° 1	Articulos: Material Bibliografico				Códigos:			
Creado por:	fecha	Resumen							
Revisado por:	fecha	Actividades:	T. actuales	T.previsto	Delta	Hac. Actuales	Hac.prev.	Delta	Notas
Descripción operaciones:	Prestamo externo con tecnología de banda magnética	Operaciones	4,63			0			
		Transporte	6,87			0			
		Espera	0			0			
		Control	0			0			
		Depósito	0			0			
		Totales	11,5	0	0	0	0	0	

Descripcion componentes del flujo principal:		Actividad: tiempos y acciones técnicas artro dx										Notas
		operaciones		transporte		espera		control		depósito		
		tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	
1	Recibe carnet			1,5								
2	Lee carnet con lector	1,15										
3	Entrega carnet			1,3								
4	Recibe el libro			1								
5	Manipula el libro	0,87										
6	Lee libro con lector	0,65										
7	Traslada libro a desmagnetizar			1,1								
8	Desmagnetiza libro	1,96										
9	Entrega libro			1,97								
10												
	Total de: 0	4,63	0	6,87	0	0	0	0	0	0	0	
	% de actividad/tiempo ciclo	40,26087		59,73913								

TIEMPO POR PRESTAMO 11,5 SEG.

PRODUCTIVIDAD MÁXIMA 313,0 PRESTAMO DE MATERIAL EN UNA HORA

en 7,5 horas (Toda la jornada laboral en el maximo de un trabajador)
2348 libros prestados diariamente

Relación con Check List OCRA: RIESGO ELEVADO CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR

CURSOGRAMA DE ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD PARA "DEVOLUCIÓN ASISTIDA DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO" CON TECNOLOGÍA DE RADIOFRECUENCIA

Studio Fanti
www.studiofanti.net

Copia de Cursogramma esp,
Devolución asistida RFID

Diagrama n° 02	Hoja n° 1	Articulos: Material Bibliográfico				Códigos:			
Creado por:	fecha	Resumen							
Revisado por:	fecha	Actividades:	T. actuales	T.previsto	Delta	Hac. Actuales	Hac.prev.	Delta	Notas
Descripción operaciones:	Devolución asistida de material bibliográfico con tecnología RFID	Operaciones	3			0			
		Transporte	4			0			
		Espera	2			0			
		Control	0			0			
		Depósito	0			0			
		Totales	9	0	0	0	0	0	

Descripción componentes del flujo principal:		Actividad: tiempos y acciones técnicas artro dx										Notas
		operaciones		transporte		espera		control		depósito		
		tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	
1	Espera que el sistema de radiofrecuencia RFDI reconozca el material bibliografico					2						
2	Dar click para activar lector de codigo de barras	1										
3	Acepta proceso de devolución en el sistema	2										
4	Ubicar libro en carro para posterior ubicación en estanteria			4								
5												
	Total de: 0	3	0	4	0	2	0	0	0	0	0	
	% de actividad/tiempo ciclo	33,3333		44,4444								
	TIEMPO POR PRESTAMO	9	SEG.									
	PRODUCTIVIDAD MÁXIMA	400,0	PRESTAMO DE MATERIAL EN UNA HORA									

en 7,5 horas (Toda la jornada laboral en el maximo de un trabajador)
3000 libros prestados diariamente

Relación con Check List OCRA: RIESGO ACEPTABLE CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR

· A través de la aplicación de la herramienta del cursograma, se puede evidenciar que la productividad en una biblioteca que hace uso de la tecnología con banda magnética es mucho menor con respecto a la productividad de una biblioteca con la aplicación de tecnología con radiofrecuencia. Así mismo, dicho aumento en la productividad está directamente relacionado con la mejora en las condiciones laborales de los trabajadores del área, dado que se permite una reasignación adecuada de funciones, minimizando las tareas repetitivas que se desempeñan por actividades relacionadas con la mejora de la gestión de la biblioteca y su servicio al usuario como centro de acceso al conocimiento.

Con la configuración actual de banda magnética el trabajador podría llegar a realizar 313 préstamos por hora, es decir 2347 préstamos por jornada laboral, sin tener en cuenta su afectación en el factor salud. Por tal motivo, no se hará optimización de tiempos debido a que actualmente con el préstamo de 427 materiales por jornada y con los tiempos actuales de la tarea, el riesgo en salud ya se encuentra en ELEVADO. Sin embargo, en la tecnología RFID el factor salud se evidencia controlado por tanto aun llevándolo al 90% del tiempo efectivo del colaborador realizando trabajo repetitivo (casi máximo productividad de cada trabajador), haciendo uso de esta tecnología, no se genera afectación en el trabajador debido a que se encuentra en nivel de riesgo ACEPTABLE con una probabilidad mínima de afectación en los trabajadores por desórdenes musculoesqueléticos.

· A su vez, se espera que a través de la migración a la nueva tecnología RFID, la tasa de ausentismos a causa de enfermedad común y laboral de los trabajadores del área, se reduzca de tal manera que siempre se pueda ofrecer un adecuado servicio al usuario, al contar de manera permanente con la disponibilidad de todo el personal contratado, falencia que a la fecha se presenta dado el alto número de incapacidades medicas que se reciben de estos colaboradores por causa de enfermedades comunes (además de dos trabajadoras con enfermedades en estudio como de origen laboral) asociada a trastornos musculoesqueléticos como tendinitis brazo, epicondilitis y síndrome de hombro doloroso.

· Relación de los desórdenes musculoesqueléticos con la actividad desarrollada:

· Según estadísticas de la Organización Internacional de Trabajo, cada año se presentan cerca de 160 millones de enfermedades laborales no mortales. En Colombia los principales problemas de salud en el trabajo están relacionados con desórdenes músculo esqueléticos, representados en un 85% de los casos, según Fasecolda (Federación de Aseguradores Colombianos, Fasecolda, agrupada a las compañías de seguros, de reaseguros y a las sociedades de capitalización en Colombia desde hace 42 años).

· El seguimiento realizado a los diagnósticos de enfermedad profesional, durante el período comprendido entre los años 2001 a 2005 por la Dirección General de Riesgos Profesionales del Ministerio de la Protección Social publicado en el informe de enfermedad profesional en Colombia, permite llegar a las siguientes conclusiones: a) se consolida el síndrome del tunel carpiano como la primera causa de morbilidad profesional en el régimen contributivo. Dicha patología pasó de representar el 27% de todos los diagnósticos en el año 2.001, a representar el 32% de los diagnósticos realizados durante el año 2.004, presentando una tendencia continua al incremento; b) tres diagnósticos merecen destacarse por su tendencia continua al incremento durante los años 2.002 a 2.004, ellos son síndrome de manguito rotador, epicondilitis y tenosinovitis del estiloides radial (De Quervain)

· Cuando se agrupan los diagnósticos por sistemas se hace evidente que los desórdenes músculo esqueléticos (DME) son la primera causa de morbilidad profesional en el régimen contributivo del SGSSS (Sistema General de Seguridad Social en Salud) en Colombia, además con una tendencia continua a incrementarse, pasando de representar el 65% durante el año 2.001 a representar el 82% de todos los diagnósticos realizados durante el año 2.004. Estos DME están afectando dos segmentos corporales miembro superior y columna vertebral.

· DME es una lesión física originada por trauma acumulado que se desarrolla gradualmente sobre un período de tiempo; como resultado de repetidos esfuerzos sobre una parte específica del sistema músculo esquelético. Se reconoce que la etiología de las DME es multifactorial, y en general se consideran cuatro grandes grupos de riesgo: los factores individuales (capacidad funcional del trabajador, hábitos, antecedentes., etc.), los factores ligados a las condiciones de trabajo (fuerza, posturas y movimientos), los factores organizacionales (organización del trabajo, jornadas, horarios, pausas, ritmo y carga de trabajo), los factores relacionados con las condiciones ambientales de los puestos y sistemas de trabajo (temperatura, vibración entre otros)

· Las características de los factores de riesgo ocupacional que han demostrado estar asociados con la aparición de la epicondilitis son las siguientes:

o Posturas en flexión y extensión de codo, así como, la pronación, supinación, extensión y flexión de muñeca combinada con el movimiento repetitivo en ciclos de trabajo *(riesgo presente en el escenario laboral evaluado "préstamo bibliotecario con tecnología de banda magnética")*

o Fuerza ejercida en trabajo dinámico en extensión y flexión del antebrazo *(riesgo presente en el escenario laboral evaluado "préstamo bibliotecario con tecnología de banda magnética")*

· Las características de los factores de riesgo ocupacional que han demostrado estar asociados con la aparición del Síndrome de Túnel Carpiano son las siguientes:

o Posturas en flexión y extensión de dedos, mano y muñeca, así como, la desviación ulnar o radial que implique agarre, pronación y supinación combinada con el movimiento repetitivo en ciclos de trabajo *(riesgo presente en el escenario laboral evaluado "préstamo bibliotecario con tecnología de banda magnética")*

o Fuerza ejercida en trabajo dinámico por manipulación de pesos en extensión y flexión de los dedos y la mano *(riesgo presente en el escenario laboral evaluado "préstamo bibliotecario con tecnología de banda magnética")*

o Vibración segmentaría derivada del uso de herramientas vibratorias

· Las características de los factores de riesgo ocupacional que han demostrado estar asociados con la aparición de enfermedad de De Quervain son las siguientes:

o Postura forzada de muñeca asociada a movimiento de alta repetición (ciclos de tiempo menores a 30 segundos o 50 % del ciclo gastado).*(riesgo presente en el escenario laboral evaluado "préstamo bibliotecario con tecnología de banda magnética")*

· Los factores de riesgo ocupacional que han demostrado estar asociados al Síndrome de Hombro Doloroso (incluye Tendinitis del manguito rotador, Tendinitis Bicipital, Bursitis de Hombro) son:

o Posturas mantenidas, prolongadas o forzadas de hombro

o Movimientos repetitivos del hombro *(riesgo presente en el escenario laboral evaluado "préstamo bibliotecario con tecnología de banda magnética")*

o Fuerza relacionada con manipulación de cargas *(riesgo presente en el escenario laboral evaluado "préstamo bibliotecario con tecnología de banda magnética")*

o Movimientos forzados y cargas estáticas de miembros superiores.

o Movimientos repetidos o posturas sostenidas en flexión del codo *(riesgo presente en el escenario laboral evaluado "préstamo bibliotecario con tecnología de banda magnética")*

o Exposición a vibración del miembro superior

· Otros factores adicionales asociados con DME son:

o Exposición a temperatura extrema (frío)

o Factores psicosociales

· Con base en el análisis ergonómico anterior y partiendo de los beneficios anteriormente evidenciados al disminuir el riesgo de detección de patologías asociadas a trastornos musculoesqueléticos relacionada con la renovación de tecnología RFDI, vale la pena mencionar otros beneficios asociados al manejo de este sistema en la biblioteca institucional, y al aumento considerable de la productividad del área, como son:

- La modernización en tecnologías para prestación de servicios de la biblioteca, generando una mejora considerable en los procesos del área, así como reconocimiento, adaptación y mayor atractivo a los usuarios reales y potenciales de este espacio académico.

- Gestión de préstamos: prestar todos los materiales a la vez, no es necesario pasar el código de barras por cada uno de los materiales.

- Inventarios: Es suficiente con pasar el lector portátil por las estanterías. No es necesario levantar el libro.

- Identificación inequívoca de cada ejemplar: este sistema facilita el control sobre cada ítem de la colección.

- Sistemas antihurto: gracias al uso de los pórticos, si algún material no está prestado, el sistema lo detecta y hace saltar la alarma.

- Seguimiento de accesos mediante contador de personas.

- Control geoespacial de la biblioteca, que permite conocer la ubicación de cada colección dentro del edificio.

- Control de registros deslocalizados: permite localizar registros no colocados en sus estanterías.

- Inventarios instantáneos: mediante la colocación de antenas en las baldas, se puede conocer en el momento qué materiales faltan, los que no están correctamente colocados, etc.

- Posibilidades de personalización, ya que la flexibilidad de esta tecnología permite su adecuación a las necesidades de cada biblioteca.

- Búsqueda geoespacial de ejemplares.

- Puntos interactivos de información.

- Identificación de acceso.

- Posibilidad de disponer de sistemas de auto préstamo y auto devolución, con el consiguiente ahorro de tiempo.

- Posibilidad de identificar material bibliográfico que ingresa a la biblioteca y se encuentra en mora para notificar al usuario.

- Entre otros.

A diferencia de la tecnología de banda magnética, la cual a la fecha lleva 12 años de uso en la institución, la misma no cuenta con renovaciones y actualizaciones anuales, y tiene un enfoque exclusivo en control y seguridad del material bibliográfico y aun así haciendo vulnerable al material bibliográfico a perdidas debido a la inadecuada ubicación del mismo o a retiros inescrupulosos de las instalaciones. Así mismo y agravando aún más su particularidad, el nivel de sobrecarga de tareas repetitivas que exige la aplicación de este sistema por parte de los trabajadores del área está asociada con patologías musculo esqueléticas que se presentan en la gran mayoría del personal.

· Ahora bien, como es de considerarse, toda renovación tiene relacionado un costo de implementación y mejora del sistema, para lo cual se analiza el costo beneficio entre los servicios ofrecidos por el sistema actual y el valor de la inversión requerida para la migración a un nuevo sistema que mejore exponencialmente la productividad del área y el estado de salud de los trabajadores.

o Tecnología de bandas magnéticas (sistema actual): $65.000.000 (valor de compra en el año 2007), sin incluir los costos relacionados por ausentismo laboral del personal con presencia de patologías detectadas relacionadas a su uso, perdida permanente de material bibliográfico, desactualización de inventarios, tiempos de personal mal distribuidos por ausencia de una herramienta facilitadora de tareas como lo es por ejemplo el inventario, etc.).

Tecnología por radiofrecuencia (RFID): $160.000.000 (valor cotizado en el año 2018) incluyendo todos los beneficios diagramados a continuación y mencionados en varios numerales de este documento:



Diagrama tomado de propuesta de la empresa Genia Bibliotecas, relacionada con la implementación de tecnologías RFID

Diagrama tomado de propuesta de la empresa Genia Bibliotecas, relacionada con la implementación de tecnologías RFID

1. Sistema de codificación de etiquetas
2. Sistema portable de captura de datos
3. Sistema de seguridad del Tag
4. Sistema de detección de eventos de seguridad
5. Aplicativo de gestión asistida
6. Sistema de auto préstamo.
7. Sistema de auto devolución.
8. Sistema de conteo de personas

CONCLUSIONES

· Durante el estudio se hace evidente la prioridad de intervención en el área de circulación y préstamo de material bibliográfico de las bibliotecas en las instituciones de educación superior, dado que se observa la ejecución de tareas repetitivas que requieren esfuerzo físico y generan posturas inadecuadas por parte de los trabajadores como factores relevantes que afectan el bienestar y la salud física y mental del personal del área, y por ende en forma indirecta, el servicio y la atención brindada a los miles de usuarios que transitan por este espacio académico día tras día.

· A través de la aplicación de la metodología Check List OCRA a las dos tecnologías de lectura y seguimiento electrónico utilizadas en bibliotecas de instituciones universitarias, se pudo determinar que su modernización a través de la implementación de tecnologías con RFID generan menor desgaste a nivel muscular y de tendones, en extremidades superiores de los trabajadores, dado que la misma, involucra más al usuario en su proceso de préstamo o devolución de material bibliográfico, disminuyendo la carga óseo muscular del personal directo del área y por ende afectando positivamente la incidencia de ausentismo e incapacidades relacionadas con patologías afines a la realización de trabajos repetitivos en miembros superiores y mejorando la productividad dentro de la gestión de actividades en la biblioteca y la reasignación de tareas que beneficien la atención al usuario.

· Según el modelo predictivo del riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos de miembro superior establecido por el check list OCRA, los factores que más aportan a aumentar el nivel de riesgo en una tarea, son los factores de fuerza y postura. Por tanto, el cambio de tecnología en la actividad estudiada es justificada, dado que la tecnología RFID elimina de manera directa la manipulación de pesos al trabajador y disminuye las posturas inadecuadas.

· En un posible escenario de intervención ergonómica de la actual tecnología por banda magnética, aun disminuyendo el número de préstamos al 5% de la misma actividad, sin tener en cuenta el impacto negativo en el servicio que se le brinda al usuario de la biblioteca, el riesgo en la salud del trabajador se mantendría a nivel medio (Banda –categoría roja), con una probabilidad entre el 10.8% -21.5% de desarrollar desordenes musculoesqueléticos a 10 años (el riesgo aceptable debe ser menor a 5.3%).

· La posibilidad que brinda la tecnología por RFID de prestar o devolver todos los materiales a la vez, mejora la gestión de préstamo y circulación de material en las bibliotecas, lo que afecta positivamente tanto la productividad del personal como la satisfacción del usuario final, disminuyendo los movimientos de apertura y/o acomodación de cada referencia bibliográfica para su respectiva lectura.

· Adicional a las actividades analizadas en el presente estudio, la nueva tecnología por RFID optimiza otras tareas realizadas por el personal, lo cual también disminuye la carga generada a nivel de miembros superiores, como lo es la facilidad de realizar el inventario a través del uso de lector portátil con libros en estantería (elimina la manipulación de cada uno de los materiales a través de su acceso a diferentes alturas, cargue, apertura, cierre y ubicación de cada uno) a diferencia del sistema tradicional de banda magnética, control estricto sobre cada ítem de la colección bibliográfica, mejora en los sistemas antihurto, control geoespacial de las colecciones dentro del área de la biblioteca, localización efectiva de material no ubicado en estantería y trabajo autónomo por parte de sus usuarios gracias a las estaciones de autopréstamo y autodevolución.

· El realizar intervención directa con la implementación de una nueva tecnología para manejo y control del material bibliográfico, disminuye a su vez los factores negativos relacionados con el riesgo psicosocial por el trabajo rutinario que constantemente se desarrolla en este espacio, y que de acuerdo con los estudios propios realizados en este tipo de áreas, de manera constante genera malestar en el clima laboral y por ende afecta la ejecución de las diferentes tareas dentro del área y aumenta la vulnerabilidad de efectos secundarios como accidentes de trabajo y enfermedades comunes relacionadas.

· De acuerdo con el análisis de ausentismos propios en la biblioteca donde se maneja la tecnología tradicional de banda magnética, se evidencia de forma clara la ocurrencia permanente y repetida de casos de trastornos musculoesqueléticos en el personal, recurrentes, relacionados con patologías como sindrome tunel carpiano, tendinitis, bursitis, tenosinovitis, síndrome de hombro doloroso; esto dado que la carga postural relacionada con la manipulación de cargas y la ejecución de tareas repetitivas que realizan los trabajadores con el uso de este sistema ha venido generando nuevos casos de enfermedad y agravando casos existentes.

· Ahora bien, aunque es evidente los múltiples beneficios que genera la nueva tecnología a través del sistema de radiofrecuencia RFID tanto para los trabajadores como para el servicio brindado en el área de la biblioteca, no se debe desconocer que la migración de un sistema tradicional a una tecnología con parámetros innovadores, requiere una valiosa inversión de dinero para la compra y actualización de equipos y mobiliario, para las adecuaciones locativas requeridas que garanticen su adecuado funcionamiento, así como también, el tiempo y coste de adaptación de toda la comunidad de usuarios, que incluye, estudiantes, docentes, personal administrativo y visitantes, a esta nueva metodología, incluyendo los tiempos de adaptación, empalme y confiabilidad, todo lo anterior buscando asegurar el éxito de la implementación de un nuevo sistema y la adecuada inversión de los recursos financieros asignados al proyecto.

· Finalmente, y con el fin de garantizar el éxito del proyecto y por ende la materialización de sus beneficios tanto en el bienestar del personal como en la productividad del área, se hace necesario enfocar los esfuerzos iniciales en generar y mantener la confiabilidad del sistema para maximizar el uso del auto préstamo y auto devolución, y de esta forma aprovechar la mejora de la imagen de este espacio académico dada la modernización de la tecnología como el beneficio directo que trae a los trabajadores el eliminar tareas repetitivas en su desempeño y poder asignar nuevas tareas de carácter organizativo y administrativo que no generen mayor impacto sobre su estado de salud y que garantice a los usuarios una gestión 100% fiable del material bibliográfico que utilizan.

AGRADECIMIENTOS

El apoyo de Colmena Seguros en el fomento a la formulación y ejecución de proyectos que beneficien el bienestar de los trabajadores ha sido indispensable para el planteamiento y desarrollo de intervenciones innovadoras y mejoradas en el ámbito laboral. A su vez, el compromiso y empoderamiento de los directores de las bibliotecas y del personal del área para el desarrollo de este proyecto facilitaron la obtención de la información actual, la búsqueda de beneficios y el acceso a las diferentes opciones tecnológicas utilizadas en el desarrollo de estas áreas académicas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

· FANTI, M.Check list OCRA y Cursograma – Ergonomía y organización del trabajo. Italia, 2016

· GENIA BIBLIOTECAS. Propuesta de plataforma de productividad y analítica de datos para bibliotecas. Colombia, 2018.

· UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA. Método OCRA: Evaluación del riesgo asociado a movimientos repetitivos. Barcelona, España.

· FASECOLDA,2017.https://fasecolda.com/index.php/sala-de-prensa/noticias/2017/agosto/sector-agosto-17-2017/

· Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculoesqueléticos (DME) relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Sindrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain (GATI- DME). Ministerio de la Protección Social, Colombia, 2006.

· Guia de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hombro Doloroso (GATI- HD) relacionado con Factores de Riesgo en el Trabajo. Ministerio de la Protección Social, Colombia, 2006.

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RIESGO ERGONÓMICO, PRODUCTIVIDAD Y COSTOS POR EL USO DE HERRAMIENTAS MANUALES CONVENCIONALES VS HERRAMIENTAS MANUALES INNOVADORAS EN TAREAS DE MANTENIMIENTO

RESUMEN / ABSTRACT

LAS TAREAS MANUALES DE MANTENIMIENTO (INSTALACIONES, CAMBIO DE PARTES, REPARACION DE FALLAS O AVERÍAS, DE MÁQUINAS, EQUIPOS, REDES HIDRÁULICAS Y ELÉCTRICAS O DE INFRAESTRUCTURA) SON INNATAS A LA MAYORÍA DE LAS EMPRESAS (A TRAVÉS DE TRABAJADORES DIRECTOS O INDIRECTOS), Y DIFÍCILMENTE PODRÁN SER ABSORBIDAS POR MÁQUINAS O INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN UN FUTURO CERCANO, YA QUE ESTAS OPERACIONES NO SON SUSCEPTIBLES DE REEMPLAZARSEN CON ALGORITMOS MATEMÁTICOS. POR TANTO, EL USO DE HERRAMIENTAS MANUALES PARA LA EJECUCIÓN DE TAREAS DE MANTENIMIENTO SEGUIRÁ SIENDO EL PARADIGMA PREDOMINANTE.

MÁS SIN EMBARGO, LA UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS MANUALES CONVENCIONALES PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TIPO DE TAREAS TIENE IMPLÍCITO EL USO DE FUERZA, LA POSTURA ESTÁTICA, LOS MOVIMIENTOS CONCENTRADOS, REPETITIVOS, ANTIGRAVITACIONALES Y FUERA DE LOS RANGOS DE CONFORT, LO QUE EN CONJUNTO, AUMENTA EL RIESGO DE PADECER TRANSTORNOS MUSCULOESQUELETICOS DE LOS MIEMBROS SUPERIORES.

EXISTEN HERRAMIENTAS MANUALES INNOVADORAS, QUE AUNQUE TIENEN UN COSTO MÁS ELEVADO, PROMETEN MITIGAR LOS FACTORES DE RIESGO Y AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA TAREA.

ESTE TRABAJO BUSCA COMPARAR DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONÓMICO, PRODUCTIVO Y DE SALUD, EL USO DE HERRAMIENTAS MANUALES CONVENCIONALES CONTRA LAS HERRAMIENTAS MANUALES INNOVADORAS EN TAREAS DE MANTENIMIENTO EMPRESARIAL, Y ASÍ, APOYAR LA TOMA DE DECISIONES POR PARTE DE LOS DIRECTIVOS O JEFES DE MANTENIMIENTO.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

EFECTOS SOBRE LA SALUD POR EL USO DE HERRAMIENTAS MANUALES
CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD PARA HERRAMIENTAS MANUALES
DECISIONES BASADAS EN ERGONOMIA ARMONIZAN SALUD, COSTOS, PRODUCTIVIDAD

AUTORES / AUTHORS

Hever Alexander Vargas Franco
Escuela Colombiana de Ingenieros
alexander.vargas@escuelaing.edu.co
CONSTANZA IVONNE AMAYA BOLAÑOS
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
constanza.amaya@escuelaing.edu.co

INTRODUCCIÓN

Las tareas manuales de mantenimiento (instalaciones, cambio de partes, reparación de fallas o averías, de máquinas, equipos, redes hidráulicas y eléctricas o de infraestructura) son innatas a la mayoría de las empresas, por lo que las mismas pueden ser realizadas a través de trabajadores directos de cada organización o de trabajadores indirectos contratados por medio de empresas tercerizadas especialistas en el tema, además, por ser considerada una necesidad transversal de las organizaciones tanto en temas locativos, como de equipos y mobiliario, las tareas de mantenimiento difícilmente podrán ser absorbidas en su totalidad por máquinas o inteligencia artificial en un futuro cercano, debido a que estas operaciones no son susceptibles de reemplazarse en la mayoría de los casos con algoritmos matemáticos. Por tanto, el uso de herramientas manuales para la ejecución de tareas de mantenimiento seguirá siendo el paradigma predominante a nivel laboral y un punto crítico de estudio tanto para las oficinas de seguridad y salud en el trabajo como para las aseguradoras que cubren los riesgos propios de la actividad.

Así pues, la utilización de herramientas manuales convencionales para la realización de este tipo de tareas requiere por parte del trabajador el uso de fuerza, posturas estáticas, movimientos concentrados, repetitivos, antigravitacionales y fuera de los rangos de confort, lo que, en conjunto, aumenta el riesgo que los mismos puedan llegar a presentar a futuro desordenes musculoesqueléticos de los miembros superiores.

El presente estudio busca analizar la ejecución de las tareas de mantenimiento con base en dos perspectivas de ejecución, comparando el uso de herramientas manuales tradicionales con el uso de herramientas manuales innovadoras, que, aunque tienen un costo más elevado, prometen aumentar la productividad de la tarea a la vez que mitigan los factores de riesgo ergonómicos o de seguridad.

Finalmente, este trabajo busca comparar desde el punto de vista económico, productivo y de salud, el uso de herramientas manuales convencionales contra las herramientas manuales innovadoras en tareas de mantenimiento empresarial, y así, apoyar la toma de decisiones por parte de los directivos o jefes de mantenimiento.

METODOLOGÍA

Para la realización del estudio ergonómico se identificaron las siguientes etapas:

1. Revisión y análisis de un grupo de trabajadores de áreas de mantenimiento que presenten o hayan presentado ausentismo o consulta médica a causa de patologías relacionadas con desordenes musculoesqueléticos.

2. Selección de actividades de mantenimiento que sean consideradas como rutinarias y sean desarrolladas con herramientas manuales, y que además evidencien un impacto directo sobre la salud de los trabajadores debido a la presencia de repetitividad, fuerza y posturas durante su ejecución.

3. Verificación de herramientas innovadoras que permitan desarrollar las actividades seleccionadas en el numeral anterior.

4. Acompañamiento, comparación y video grabación en la ejecución de actividades de mantenimiento rutinarias realizadas con herramientas tradicionales y herramientas innovadoras.

5. Aplicación de la lista de chequeo OCRA para realizar un análisis de riesgo ergonómico en cada una de las actividades desarrolladas tanto por la herramienta tradicional como por la herramienta innovadora, apoyadas con el uso del software Kinovea.

6. Análisis de productividad a través de la elaboración del cursograma como herramienta de apoyo para verificar la realización de la tarea a través de las diferentes herramientas.

7. Verificación del beneficio global por el uso de cada una de las herramientas utilizadas (tradicional vs innovadora).

8. Relación de análisis de actividades con manifestación de desórdenes musculoesqueléticos en el personal del área evaluada

9. Emisión de recomendaciones para toma de decisiones gerenciales o directivas de las áreas de mantenimiento.

RESULTADOS

Con base a la revisión de las tareas más frecuentemente realizadas por trabajadores del área de mantenimiento, se escogieron tres actividades que involucran el uso de herramientas manuales tradicionales para su ejecución y que además cuentan con herramientas alternativas innovadoras disponibles en el mercado: clavado de puntillas, atornillar – desatornillar, agarre -torsión - corte simples.

Clavado de puntillas:

Se comparó el uso de martillo convencional contra una clavadora neumática.

En este caso, se debe aclarar que la actividad medida con el martillo convencional tomo 8 segundos y la misma actividad con el martillo neumático tomo solo 1 segundo (ver imagen cursograma herramienta convencional vs innovadora: "clavar martillo" - "clavar clavadora"). Con lo cual, la productividad de la tarea es significativamente a favor de la herramienta innovadora. Sin embargo, cuando se realiza la valoración ergonómica de ambas tareas con el checklist OCRA se evidencia que la clavadora neumática aumenta el riesgo de padecer desordenes musculoesqueléticos comparado con el martillo convencional, pasando de un riesgo medio a riesgo elevado (ver imagen checklist OCRA herramienta convencional vs innovadora: "puntilla martillo" - "puntilla clavadora")

Check list OCRA - Clavado de puntillas con martillo convencional

traducido por: ergónomo Giovanni

CHECKLIST OCRA

PROCEDIMIENTO ABREVIADO PARA LA IDENTIFICACION DEL RIESGO DE SOBRECARGA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES EN LAS TAREAS REPETITIVAS.

Hoja 1

DATOS PROPIOS DE LA EMPRESA Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA TAREA

EMPRESA	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	DEPARTAM.	LABORATORIO DE PRODUCCIÓN
SEDE:	UNICA	LINEA:	CLAVADO DE PUNTILLAS

BREVE DESCRIPCIÓN TAREA:
Clavar puntilla en pieza metálica con herramienta manual tradicional : MARTILLO

TIEMPO:
8 segundos, 1 puntilla clavada



De las siguientes acciones técnicas contados en el ciclo:

Acciones	Extremidad superior derecha	Extremidad superior izquierda
Alistar material para realizar la actividad: pieza de madera, puntilla y martillo	1	1
Ubicación de pieza de madera en banco de trabajo	1	1
Alistar y portar los elementos de protección personal requeridos para el personal	1	1
Ubicar puntilla en pieza de madera	1	1
Clavar puntilla en pieza de madera con martillo	9	3
TOTALES	13	7

Numero turnos (w): 1 — N° de puestos de trabajo con tareas idénticas a las evaluadas (j): 1

Número total de empleados en la tarea en estudio (k)=(w)x(j): 1 — N. hombres: 1 — Numero mujeres: 1

DATOS DE LA ORGANIZACION			VALORES	
DURACION DEL TURNO:	Oficial 540 Efectivo 480	a)	540	minutos
PAUSAS OFICIALES: horario e duración	15 min mañana, 15 min tarde	b)	30	minutos
PAUSAS EFECTIVAS: horario y duración	--			
PAUSA PARA COMER: horario y duración	Oficial 60 min Efectiva © 60 min	(c)	60	minutos
Trabajo no repetitivo limpieza, ...		(d)	390	minuto
TIEMPO NETO DE TRABAJO REPETITIVO:	*cálculo: (e) = (a) - (b) - (c) - (d)*	(e)	60	minuto
N° de tramos (o de ciclos)	programados: efectivos *(f)*:	(f)	450	ciclos
TIEMPO TOTAL DEL CICLO NETO (O CADENCIA): *cálculo: (g) = (e)/(f) x 60*		(g)	8	seg
TIEMPO TOTAL DEL CICLO OBSERVADO o PERIODO DE OBSERVACIÓN:		(h)	8	seg
CÁLCULO DE LA DIFERENCIA ENTRE T.T.C. Y TIEMPO OBS.: cálculo: (i) = |(g) - (h)| / (g) [%]		(i)	0%	

FACTOR DE RECUPERACION

Dibujar en el siguiente gráfico la distribución de los descansos efectivamente realizadas y la hora de comer ya sean pagadas (incluido en el horario) o tiempo extra (no incluido). Luego, cuente cuántas horas no tienen una adecuada recuperación (5: 1 entre el trabajo repetitivo y pausa). Tenga en cuenta que los 60 minutos antes de la comida (que dura al menos 30 min.) Y los últimos 60 min. de trabajo se considera "recuperación".

Número de horas sin adecuada recuperación: **1**



hora de recuperación con pausa > 8 min

hora recuperación al término del turno/PM

Pausa para comer

PUNTAJE FINAL DEL MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN: 1,05

N° de hora sin adecuada recuperación	0	1	2	3	4	5	6	7	8
MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN	1,00	1,05	1,12	1,20	1,33	1,48	1,70	2,00	2,50

Hoja 2

FACTOR DE FRECUENCIA

ACTIVIDAD DEL BRAZO Y FRECUENCIA DE TRABAJO CON QUE SE REALIZAN LOS CICLOS

Elija solo una respuesta para cada bloque (ACCIONES DINÁMICAS o ACCIONES ESTÁTICAS) y tome en cuenta la puntuación más alta es posible escoger valores intermedios.

ESCENARIO RELATIVO A LA DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA POR ACCIONES TÉCNICAS DINÁMICAS	Punt.	Derecha	Izquierda
Los movimientos de los brazos son lentos con posibilidad de frecuentes interrupciones (20 acciones/minuto).	0		
Los movimientos de los brazos no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto ó una acción cada 2 segundos), con posibilidad de breves interrupciones.	1		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) pero con posibilidad de breves interrupciones.	3		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) la posibilidad de interrupciones es más escasa e irregular.	4		
Los movimientos de los brazos son rápidos y constantes (cerca de 50 acciones/min.) son posibles pausas breves y ocasionales.	6		x
Los movimientos de los brazos son muy rápidos y constantes, la falta de interrupciones hace difícil mantener el ritmo (60 acciones/min.)	8		
Frecuencia muy alta (70 acciones/min. O más); no son posibles las interrupciones.	10	x	
ACCIONES TÉCNICAS ESTÁTICAS OBSERVADAS EN EL TIEMPO TOTAL DEL CICLO O EN EL PERIODO DE OBSERVACIÓN	**Punt.**	**Derecha**	**Izquierda**
Un objeto es mantenido en tomada estática por menos del 50% del tiempo	0		
Un objeto se mantiene en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 2/3 del tiempo	2,5		
Un objeto es mantenido en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 3/3 del tempo.	4,5		

SINTESI FRECUENZIA ACCIONES DINAMICAS	Derecha	Izquierda
Número de acciones técnicas contenidas en el ciclo (x)	13	7
Tiempo total del ciclo (y)	8	8
Frecuencia de acciones por minuto (x/y * 60)	98	53
Posibilidad de interrupciones breves	SI	SI

PUNTAJE FINAL FACTOR FRECUENCIA	Derecha	Izquierda
	10	6

FACTOR DE FUERZA

PRESENCIA DE ACTIVIDADES LABORALES CON USO REPETITIVO DE FUERZA DE MANOS/BRAZOS [x] SI [ ] NO

Se puede señalar más de una respuesta. Sume los resultados parciales obtenidos. Si fuese necesario escoja resultados intermedios y súmelos

LA ACTIVIDAD LABORAL IMPLICA USO DE FUERZA INTENSA O CASI MAXIMAL (Puntaje de 8 o más en la escala de Borg) para:		PUNTAJES	de	iz
Empujar o tirar de palancas	6	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir	12	1 % del tiempo		
Presionar botones	24	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas	32	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.				

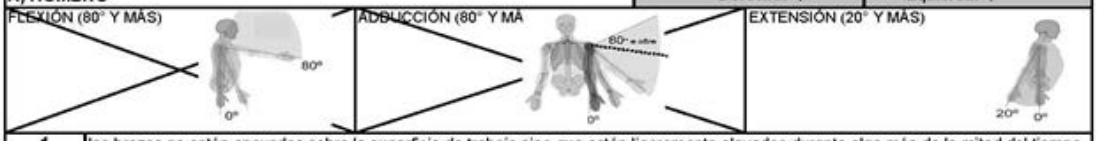
LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA FUERTE (Puntaje 5-6-7 en la escala de Borg) para		PUNTAJES	de	iz
Empujar o tirar de palancas	4	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir	8	1 % del tiempo		
Presionar botones	16	5 % del tiempo	x	
Utilizar herramientas x	24	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.				

LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA DE GRADO MODERADO (punt. 3-4 en la escala de Borg) para:		PUNTAJES	de	iz
Empujar o tirar de palancas	2	1/3 del tiempo ciclo		X
Cerrar o abrir	4	Casi la mitad del tiempo		
Presionar botones	6	Más de la mitad del tiempo		
Utilizar herramientas X	8	Casi todo el tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.				

PUNTAJE FINAL FACTOR FUERZA	derecha	izquierda
	16	2

FACTOR DE POSTURA Y MOVIMIENTOS INADECUADOS

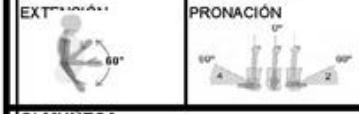
A) HOMBRO — Derecha: 1 — Izquierda: 1



1	los brazos no están apoyados sobre la superficie de trabajo sino que están ligeramente elevados durante algo más de la mitad del tiempo.
2	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi un 10% del tiempo
6	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi 1/3 del tiempo.
12	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo.
24	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi todo el tiempo.

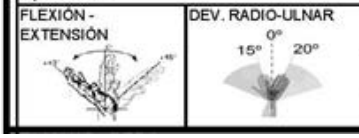
N.B.: se le mani operano ben sopra l'altezza del capo, raddoppiare i valori

B) CODO — Derecha: 8 — Izquierda: 8



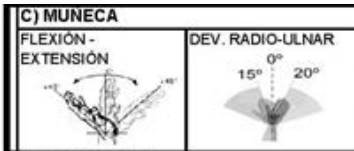
2	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos cerca de 1/3 del tiempo. (25% - 50%)
4	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos por casi todo el tiempo (más del 80%)

C) MUNECA — Derecha: 0 — Izquierda: 3



2	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos aproximadamente 1/3 del tiempo (25% - 50%)
4	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión y desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos, casi todo el tiempo (más del 80%)

C) MUNECA — Derecha: 0 — Izquierda: 3



2	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos aproximadamente 1/3 del tiempo (25% - 50%)
4	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión y desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos, casi todo el tiempo (más del 80%)

D) MANO - DEDO — Derecha: 8 — Izquierda: 2



La mano afferra oggetti o pezzi o strumenti con le dita:

	con los dedos juntos (pinza)	
	con la mano casi completamente abierta (prensa palmar)	
	con los dedos en forma de gancho (prensa de gancho)	
X	Con otros tipos de prensa similares a los indicados anteriormente o con finos movimientos de los dedos	
		2 por cerca 1/3 del tiempo (25% - 50%)
		4 por cerca 2/3 del tiempo (51% - 80%)
		8 casi todo el tiempo (más del 80%)

E) ESTEREOTIPIA — Derecha: 3 — Izquierda: 3

1,5	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUNECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS POR MAS DE LA MITAD DEL TIEMPO TRABAJO LA PRESENCIA DE HOMBRO (o el ciclo de tiempo de entre 8 y 15 seg. en que prevalecen las acciones técnicas, incluso distintas entre ellas, de los miembros superiores.
3	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS CASI TODO EL TIEMPO o tiempo de ciclo inferior a 8 seg., en que prevalecen acciones técnicas, incluso distintas, de los miembros superiores.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR POSTURA	**11,0**	**11,0**

PRESENCIA DE FACTORES DE RIESGO ADICIONALES	
Escoger una sola respuesta por bloque y sumar par obtener la puntuación.	
Factores físicos	
2	Se emplean por más de la mitad del tiempo guantes inadecuados para la tarea, (incómodos, demasiado gruesos, talla incorrecta).
2	Presencia de movimientos repentinos o bruscos o contratiempo con frecuencia de 2 o más por minuto.
2	Presencia de impactos repetidos (uso de las manos para dar golpes) con frecuencia de al menos 10 veces por hora.
2	Contacto con superficies frías (inferior a 0 grados) o desarrollo de labores en cámaras frigoríficas por más de la mitad del tiempo.
2	Se emplean herramientas vibradoras o destornilladores por al menos un tercio del tiempo. Atribuir un valor de 4 en caso de uso de instrumentos con elevado contenido de vibración (ej. Martillo neumático, maso, flexibles, etc.) Utilizados en al menos 1/3 del tiempo.
2	Se emplean herramientas que provocan compresión sobre las estructuras musculosas y tendinosas (verificar la presencia de enrojecimiento, callos, heridas, etc. Sobre la piel).
2	Se realizan tareas de presición durante más de la mitad del tiempo (tareas en áreas menores a 2 o 3mm) que requieren distancia visual de acercamiento
2	Existen más factores adicionales al mismo tiempo (como.....) que ocupan más de la mitad del tiempo.
3	Existen uno o más factores adicionales que ocupa casi todo el tiempo (como :.....)
Factores organizaciones	
1	El ritmo de trabajo está determinado por la máquina, pero existen "espacios de recuperación" por lo que el ritmo puede acelerarse o desacelerar.
2	El ritmo de trabajo está completamente determinado por la máquina.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FACTORES ADICIONALES	4	2

FACTOR MULTIPLICATIVO CORRECTOR DEL TIEMPO NETO DEL TRABAJO REPETITIVO							
Multiplicar el puntaje intrinsico de la estación por el factor multiplicativo relativo a la duración del trabajo repetitivo.							
60-120 min:	Fact. multipl. =	0,5	241-300 min:	Fact. multipl. =	0,85	421-480 min:	Fact. multipl. = 1
121-180 min:	Fact. multipl. =	0,65	301-360 min:	Fact. multipl. =	0,925	sup. 480 min:	Fact. multipl. = 1,5
181-240 min:	Fact. multipl. =	0,75	361-420 min:	Fact. multipl. =	0,95		

	FRECUENCIA		FUERZA		POSTURA		ADICIONALES		M. RECUP.		M. DURACION		INDICE De
(	10	+	16,0	+	11,0	+	4	)	1,05	X	0,5	=	21,5
(	FRECUENCIA		FUERZA		POSTURA		ADICIONALES	)	M. RECUP.		M. DURACION		INDICE Iz
(	6	+	2	+	11,0	+	2	)	1,05	X	0,5	=	11,0

CHECK LIST	INDICE OCRA	BANDAS	RIESGO	PREDICCION DE PATOLOGIAS UL-WMSDs (%)
hasta 7,5	fino a 2,2	VERDE	ACEPTABLE	inf. 5,3
7,6 - 11,0	2,3 - 3,5	AMARILLO	BORDERLINE O MUY LEVE	5,3 - 8,4
11,1 - 14,0	3,6 - 4,5	NARANJO	LEVE	8,5 - 10,7
14,1 - 22,5	4,6 - 9,0	ROJO MEDIO	MEDIO	10,8 - 21,5
≥ 22,6	≥ 9,1	VIOLETA	ELEVADO	mayor a 21,5

Note conclusión:

Check list OCRA - Clavado de puntillas con clavadora neumática

traducido por: ergónomo Giovanni

CHECKLIST OCRA

PROCEDIMIENTO ABREVIADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE SOBRECARGA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES EN LAS TAREAS REPETITIVAS.

Hoja 1

DATOS PROPIOS DE LA EMPRESA Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA TAREA

EMPRESA	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	DEPARTAM.	LABORATORIO DE PRODUCCIÓN
SEDE:	UNICA	LINEA:	CLAVADO DE PUNTILLAS

BREVE DESCRIPCIÓN

TAREA:

Clavar puntilla en pieza de madera con herramienta manual innovadora : CLAVADOR NEUMÁTICO DE PUNTILLA

TIEMPO:

13 segundos en los cuales se clavaron 14 puntillas





De las siguientes acciones técnicas contados en el ciclo:

Acciones	Extremidad superior derecha	Extremidad superior izquierda
Alistar material para realizar la actividad: pieza de madera, puntilla y clavador neumático de puntilla.	1	1
Ubicación de pieza de madera en banco de trabajo y conexión de clavador neumático de	1	1
Alistar y portar los elementos de protección personal requeridos para el personal	1	1
Clavar puntilla en pieza de madera con clavador neumático	1	
TOTALES	**4**	**3**

Numero turnos (w): 1 N° de puestos de trabajo con tareas idénticas a las evaluadas (j): 1

Número total de empleados en la tarea en estudio (k)=(w)x(j): 1 N. hombres: 1 Numero mujeres:

DATOS DE LA ORGANIZACION			VALORES	
DURACION DEL TURNO:	Oficial 540 Efectivo 480	a)	540	minutos
PAUSAS OFICIALES: horario e duración	15 min mañana, 15 min tarde	b)	30	minutos
PAUSAS EFECTIVAS: horario y duración	–			
PAUSA PARA COMER: horario y duración	Oficial 60 min Efectiva ☺ 60 min	(c)	60	minutos
Trabajo no repetitivo limpieza, ...		(d)	390	minuto
TIEMPO NETO DE TRABAJO REPETITIVO:	*cálculo: (e) = (a) - (b) - (c) - (d)*	(e)	60	minuto
N° de tramos (o de ciclos)	programados: efectivos *(f)*:	(f)	3987	ciclos
TIEMPO TOTAL DEL CICLO NETO (O CADENCIA): *cálculo: (g) = (e)/(f) x 60*		(g)	0,9028571	seg
TIEMPO TOTAL DEL CICLO OBSERVADO o PERIODO DE OBSERVACIÓN:		(h)	13	seg
CÁLCULO DE LA DIFERENCIA ENTRE T.T.C. Y TIEMPO OBS.: cálculo: (i) = [(g) - (h)] / (g) [%]		(i)	-1340%	

FACTOR DE RECUPERACION

Dibujar en el siguiente gráfico la distribución de los descansos efectivamente realizadas y la hora de comer ya sean pagadas (incluido en el horario) o tiempo extra (no incluido). Luego, cuente cuántas horas no tienen una adecuada recuperación (5: 1 entre el trabajo repetitivo y pausa). Tenga en cuenta que los 60 minutos antes de la comida (que dura al menos 30 min.) Y los últimos 60 min. de trabajo se considera "recuperación".

Número de horas sin adecuada recuperación	1

H inizio turno — **GRAFICO HORARIO Y RECUPERACIONES** *(1 rectángulo = 1 hora): PRIMER TURNO* — H final turno

8	9	10	11	12	1	2	3	4	5

hora de recuperación con pausa > 8 min

hora recuperación al término del turno/PM

Pausa para comer

PUNTAJE FINAL DEL MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN	1,05

N° de hora sin adecuada recuperación	0	1	2	3	4	5	6	7	8
MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN	1,00	1,05	1,12	1,20	1,33	1,48	1,70	2,00	2,50

Hoja 2

FACTOR DE FRECUENCIA

ACTIVIDAD DEL BRAZO Y FRECUENCIA DE TRABAJO CON QUE SE REALIZAN LOS CICLOS

Elija solo una respuesta para cada bloque (ACCIONES DINÁMICAS o ACCIONES ESTÁTICAS) y tome en cuenta la puntuación más alta es posible escoger valores intermedios.

ESCENARIO RELATIVO A LA DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA POR ACCIONES TÉCNICAS DINÁMICAS	Punt.	Derecha	Izquierda
Los movimientos de los brazos son lentos con posibilidad de frecuentes interrupciones (20 acciones/minuto).	0	x	x
Los movimientos de los brazos no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto ó una acción cada 2 segundos), con posibilidad de breves interrupciones.	1		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) pero con posibilidad de breves interrupciones.	3		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) la posibilidad de interrupciones es más escasa e irregular.	4		
Los movimientos de los brazos son rápidos y constantes (cerca de 50 acciones/min.) son posibles pausas breves y ocasionales.	6		
Los movimientos de los brazos son muy rápidos y constantes, la falta de interrupciones hace difícil mantener el ritmo (60 acciones/min.)	8		
Frecuencia muy alta (70 acciones/min. O más); no son posibles las interrupciones.	10		
ACCIONES TÉCNICAS ESTÁTICAS OBSERVADAS EN EL TIEMPO TOTAL DEL CICLO O EN EL PERIODO DE OBSERVACIÓN	**Punt.**	**Derecha**	**Izquierda**
Un objeto es mantenido en tomada estática por menos del 50% del tiempo	0		
Un objeto se mantiene en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 2/3 del tiempo	2,5		
Un objeto es mantenido en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 3/3 del tempo.	4,5	x	x

SINTESI FRECUENZIA ACCIONES DINAMICAS	Derecha	Izquierda
Número de acciones técnicas contenidas en el ciclo (x)	4	3
Tiempo total del ciclo (y)	0,902857	0,9029
Frecuencia de acciones por minuto (x/y * 60)	265,8	199,4
Posibilidad de interrupciones breves	SI	SI

	Derecha	Izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR FRECUENCIA	10	10

FACTOR DE FUERZA

PRESENCIA DE ACTIVIDADES LABORALES CON USO REPETITIVO DE FUERZA DE MANOS/BRAZOS [X] SI [ ] NO

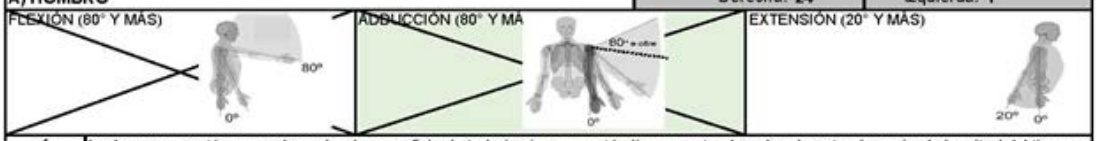
Se puede señalar más de una respuesta. Sume los resultados parciales obtenidos. Si fuese necesario escoja resultados intermedios y súmelos

		PUNTAJES		de	iz
LA ACTIVIDAD LABORAL IMPLICA USO DE FUERZA INTENSA O CASI MAXIMAL (Puntaje de 8 o más en la escala de Borg) para:					
Empujar o tirar de palancas		6	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir		12	1 % del tiempo		
Presionar botones		24	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas		32	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					
LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA FUERTE (Puntaje 5-6-7 en la escala de Borg) para		PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas		4	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir		8	1 % del tiempo		
Presionar botones		16	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas		24	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					
LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA DE GRADO MODERADO (punt. 3-4 en la escala de Borg) para:		PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas		2	1/3 del tiempo ciclo		
Cerrar o abrir		4	Casi la mitad del tiempo		
Presionar botones	X	6	Más de la mitad del tiempo		
Utilizar herramientas		8	Casi todo el tiempo	x	
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR FUERZA	8	0

FACTOR DE POSTURA Y MOVIMIENTOS INADECUADOS

A) HOMBRO — Derecha: 24 — Izquierda: 1

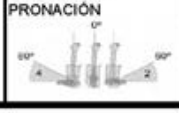


1	los brazos no están apoyados sobre la superficie de trabajo sino que están ligeramente elevados durante algo más de la mitad del tiempo.
2	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi un 10% del tiempo
6	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi 1/3 del tiempo.
12	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo.
24	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi todo el tiempo.

N.B.: se le mani operano ben sopra l'altezza del capo, raddoppiare i valori

B) CODO — Derecha: 8 — Izquierda: 0

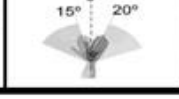




2	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos cerca de 1/3 del tiempo. (25% - 50%)
4	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos por casi todo el tiempo (más del 80%)

C) MUNECA — Derecha: 8 — Izquierda: 0





2	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos aproximadamente 1/3 del tiempo (25% - 50%)
4	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión y desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos, casi todo el tiempo (más del 80%)

D) MANO - DEDO	Derecha: 8	Izquierda: 0

PRENSA DE GAI | GRIP | PINZA | PRENSA PAL



La mano afferra oggetti o pezzi o strumenti con le dita:

	con los dedos juntos (pinza)
	con la mano casi completamente abierta (prensa palmar)
	con los dedos en forma de gancho (prensa de gancho)
X	Con otros tipos de prensa similares a los indicados anterioremente o con finos movimientos de los dedos

2	por cerca 1/3 del tiempo (25% - 50%)
4	por cerca 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	casi todo el tiempo (más del 80%)

E) ESTEREOTIPIA	Derecha: 1,5	Izquierda: 0

1,5	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS POR MAS DE LA MITAD DEL TIEMPO TRABAJO LA PRESENCIA DE HOMBRO (o el ciclo de tiempo de entre 8 y 15 seg. en que prevalecen las acciones técnicas, incluso distintas entre ellas, de los miembros superiores.
3	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS CASI TODO EL TIEMPO o tiempo de ciclo inferior a 8 seg., en que prevalecen acciones técnicas, incluso distintas, de los miembros superiores.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR POSTURA	25,5	1,0

PRESENCIA DE FACTORES DE RIESGO ADICIONALES	
Escoger una sola respuesta por bloque y sumar par obtener la puntuación.	
Factores físicos	
2	Se emplean por más de la mitad del tiempo guantes inadecuados para la tarea, (incómodos, demasiado gruesos, talla incorrecta).
2	Presencia de movimientos repentinos o bruscos o contratiempo con frecuencia de 2 o más por minuto.
2	Presencia de impactos repetidos (uso de las manos para dar golpes) con frecuencia de al menos 10 veces por hora.
2	Contacto con superficies frías (inferior a 0 grados) o desarrollo de labores en cámaras frigoríficas por más de la mitad del tiempo.
2	Se emplean herramientas vibradoras o destornilladores por al menos un tercio del tiempo. Atribuir un valor de 4 en caso de uso de instrumentos con elevado contenido de vibración (ej. Martillo neumático, maso, flexibles, etc.) Utilizados en al menos 1/3 del tiempo.
2	Se emplean herramientas que provocan compresión sobre las estructuras musculosas y tendinosas (verificar la presencia de enrojecimiento, callos, heridas, etc. Sobre la piel).
2	Se realizan tareas de presición durante más de la mitad del tiempo (tareas en áreas menores a 2 o 3mm) que requieren distancia visual de acercamiento
2	Existen más factores adicionales al mismo tiempo (como.....) que ocupan más de la mitad del tiempo.
3	Existen uno o más factores adicionales que ocupa casi todo el tiempo (como :.....)
Factores organizaciones	
1	El ritmo de trabajo está determinado por la máquina, pero existen "espacios de recuperación" por lo que el ritmo puede acelerarse o desacelerar.
2	El ritmo de trabajo está completamente determinado por la máquina.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FACTORES ADICIONALES	4	0

FACTOR MULTIPLICATIVO CORRECTOR DEL TIEMPO NETO DEL TRABAJO REPETITIVO								
Multiplicar el puntaje intrinsico de la estación por el factor multiplicativo relativo a la duración del trabajo repetitivo.								
60-120 min:	Fact. multipl. =	0,5	241-300 min:	Fact. multipl. =	0,85	421-480 min:	Fact. multipl. =	1
121-180 min:	Fact. multipl. =	0,65	301-360 min:	Fact. multipl. =	0,925	sup. 480 min:	Fact. multipl. =	1,5
181-240 min:	Fact. multipl. =	0,75	361-420 min:	Fact. multipl. =	0,95			

	FRECUENCIA		FUERZA		POSTURA		ADICIONALES		M. RECUP.		M. DURACION		INDICE De
(	10	+	8,0	+	25,5	+	4	)	1,05	X	0,5	=	24,9
(	10	+	0	+	1,0	+	0	)	1,05	X	0,5	=	5,8

CHECK LIST	INDICE OCRA	BANDAS	RIESGO	PREDICCION DE PATOLOGIAS UL-WMSDs (%)
hasta 7,5	fino a 2,2	VERDE	ACEPTABLE	inf. 5,3
7,6 - 11,0	2,3 - 3,5	AMARILLO	BORDERLINE O MUY LEVE	5,3 - 8,4
11,1 - 14,0	3,6 - 4,5	NARANJO	LEVE	8,5 - 10,7
14,1 - 22,5	4,6 - 9,0	ROJO MEDIO	MEDIO	10,8 - 21,5
≥ 22,6	≥ 9,1	VIOLETA	ELEVADO	mayor a 21,5

Note conclusión:

Atornillar – desatornillar:

Se comparó el uso del destornillador de estrella contra un atornillador neumático.

En este caso, se debe aclarar que la actividad medida con el destornillador convencional tomo 60 segundos y la misma actividad con el atornillador neumático tomo solo 9 segundos (ver cursograma herramienta convencional vs innovadora: "atornillar manual" - "atornillar neumático"). Con lo cual, la productividad de la tarea es significativamente a favor de la herramienta innovadora. Adicionalmente, cuando se realiza la valoración ergonómica de ambas tareas con el checklist OCRA se evidencia que la atornillador neumático disminuye el riesgo de padecer desordenes musculoesqueléticos comparado con el destornillador convencional, pasando de un riesgo muy elevado a riesgo leve (ver imagen checklist OCRA herramienta convencional vs innovadora: "atornillar manual" - "atornillar neumático")

Check list OCRA - Atornillar - desatornillar con atornillador convencional

traducido por: ergónomo Giovanni

CHECKLIST OCRA

PROCEDIMIENTO ABREVIADO PARA LA IDENTIFICACION DEL RIESGO DE SOBRECARGA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES EN LAS TAREAS REPETITIVAS.

Hoja 1

DATOS PROPIOS DE LA EMPRESA Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA TAREA

EMPRESA	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	DEPARTAM.	LABORATORIO DE PRODUCCIÓN
SEDE:	UNICA	LINEA:	ATORNILLAR (ENROSCAR TORNILLO) Y DESATORNLLAR (DESENROSCAR TORNILLO)

BREVE DESCRIPCIÓN

TAREA:

Atornillar y desatornillar tornillo en pieza de madera con herramienta manual tradicional : Atornillador manual

TIEMPO:

100 segundos de actividad, 1 atornillada y 1 desatornillada realizados con atornillador manual



De las siguientes acciones técnicas contados en el ciclo:

Acciones	Extremidad superior derecha	Extremidad superior izquierda
Alistar material para realizar la actividad: pieza de madera, tornillo y atornillador manual	1	1
Ubicación de pieza de madera en banco de trabajo	1	1
Alistar y portar los elementos de protección personal requeridos para el personal	1	1
Ubicar tornillo en atornillador y pieza de madera	1	1
Enroscar tornillo en pieza de madera	54	4
Desenroscar tornillo en pieza de madera	25	11
TOTALES	**83**	**19**

Numero turnos (w): 1 — N° de puestos de trabajo con tareas idénticas a las evaluadas (j): 1

Número total de empleados en la tarea en estudio (k)=(w)x(j): 1 — N. hombres: 1 — Numero mujeres:

DATOS DE LA ORGANIZACION			VALORES	
DURACION DEL TURNO:	Oficial 540 Efectivo 480	a)	540	minutos
PAUSAS OFICIALES: horario e duración	15 min mañana, 15 min tarde	b)	30	minutos
PAUSAS EFECTIVAS: horario y duración	--			
PAUSA PARA COMER: horario y duración	Oficial 60 min Efectiva © 60 min	(c)	60	minutos
Trabajo no repetitivo limpieza, ...		(d)	390	minuto
TIEMPO NETO DE TRABAJO REPETITIVO:	*cálculo: (e) = (a) - (b) - (c) - (d)*	(e)	60	minuto
N° de tramos (o de ciclos)	programados: efectivos *(f)*:	(f)	60	ciclos
TIEMPO TOTAL DEL CICLO NETO (O CADENCIA): *cálculo: (g) = (e)/(f) x 60*		(g)	60	seg
TIEMPO TOTAL DEL CICLO OBSERVADO o PERIODO DE OBSERVACIÓN:		(h)	8	seg
CÁLCULO DE LA DIFERENCIA ENTRE T.T.C. Y TIEMPO OBS.: cálculo: (i) = |(g) - (h)| / (g) [%]		(i)	87%	

FACTOR DE RECUPERACION

Dibujar en el siguiente gráfico la distribución de los descansos efectivamente realizadas y la hora de comer ya sean pagadas (incluido en el horario) o tiempo extra (no incluido). Luego, cuente cuántas horas no tienen una adecuada recuperación (5: 1 entre el trabajo repetitivo y pausa). Tenga en cuenta que los 60 minutos antes de la comida (que dura al menos 30 min.) Y los últimos 60 min. de trabajo se considera "recuperación".

Número de horas sin adecuada recuperación	1

H inizio turno	GRAFICO HORARIO Y RECUPERACIONES *(1 rectángulo = 1 hora): PRIMER TURNO*								H final turno
8	9	10	11	12	1	2	3	4	5

hora de recuperación con pausa > 8 min — hora recuperación al término del turno/PM — Pausa para comer

PUNTAJE FINAL DEL MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN	1,05

N° de hora sin adecuada recuperación	0	1	2	3	4	5	6	7	8
MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN	1,00	1,05	1,12	1,20	1,33	1,48	1,70	2,00	2,50

Hoja 2

FACTOR DE FRECUENCIA

ACTIVIDAD DEL BRAZO Y FRECUENCIA DE TRABAJO CON QUE SE REALIZAN LOS CICLOS

Elija solo una respuesta para cada bloque (ACCIONES DINÁMICAS o ACCIONES ESTÁTICAS) y tome en cuenta la puntuación más alta es posible escoger valores intermedios.

ESCENARIO RELATIVO A LA DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA POR ACCIONES TÉCNICAS DINÁMICAS	Punt.	Derecha	Izquierda
Los movimientos de los brazos son lentos con posibilidad de frecuentes interrupciones (20 acciones/minuto).	0		x
Los movimientos de los brazos no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto ó una acción cada 2 segundos), con posibilidad de breves interrupciones.	1		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) pero con posibilidad de breves interrupciones.	3		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) la posibilidad de interrupciones es más escasa e irregular.	4		
Los movimientos de los brazos son rápidos y constantes (cerca de 50 acciones/min.) son posibles pausas breves y ocasionales.	6		
Los movimientos de los brazos son muy rápidos y constantes, la falta de interrupciones hace difícil mantener el ritmo (60 acciones/min.)	8		
Frecuencia muy alta (70 acciones/min. O más); no son posibles las interrupciones.	10	x	
ACCIONES TÉCNICAS ESTÁTICAS OBSERVADAS EN EL TIEMPO TOTAL DEL CICLO O EN EL PERIODO DE OBSERVACIÓN	**Punt.**	**Derecha**	**Izquierda**
Un objeto es mantenido en tomada estática por menos del 50% del tiempo	0		
Un objeto se mantiene en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 2/3 del tiempo.	2,5		
Un objeto es mantenido en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 3/3 del tiempo.	4,5	x	

SINTESI FRECUENZIA ACCIONES DINAMICAS	Derecha	Izquierda
Número de acciones técnicas contenidas en el ciclo (x)	83	19
Tiempo total del ciclo (y)	60	60
Frecuencia de acciones por minuto (x/y * 60)	83	19
Posibilidad de interrupciones breves	SI	SI

PUNTAJE FINAL FACTOR FRECUENCIA	Derecha	Izquierda
	10	0

FACTOR DE FUERZA

PRESENCIA DE ACTIVIDADES LABORALES CON USO REPETITIVO DE FUERZA DE MANOS/BRAZOS [x] SI [ ] NO

Se puede señalar más de una respuesta. Sume los resultados parciales obtenidos. Si fuese necesario escoja resultados intermedios y súmelos

LA ACTIVIDAD LABORAL IMPLICA USO DE FUERZA INTENSA O CASI MAXIMAL (Puntaje de 8 o más en la escala de Borg) para:

		PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas		6	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir		12	1 % del tiempo		
Presionar botones		24	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas	X	32	Más del 10 % del tiempo	X	X
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					

LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA FUERTE (Puntaje 5-6-7 en la escala de Borg) para

	PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas	4	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir	8	1 % del tiempo		
Presionar botones	16	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas	24	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.				

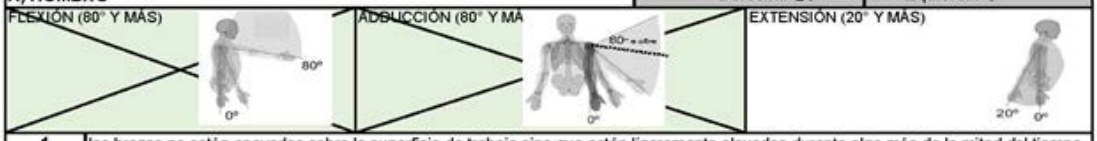
LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA DE GRADO MODERADO (punt. 3-4 en la escala de Borg) para:

	PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas	2	1/3 del tiempo ciclo		
Cerrar o abrir	4	Casi la mitad del tiempo		
Presionar botones	6	Más de la mitad del tiempo		
Utilizar herramientas	8	Casi todo el tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.				

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR FUERZA	**32**	**32**

FACTOR DE POSTURA Y MOVIMIENTOS INADECUADOS

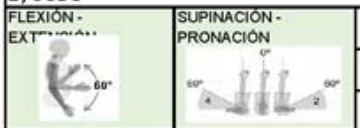
A) HOMBRO — Derecha: **24** — Izquierda: **1**



1	los brazos no están apoyados sobre la superficie de trabajo sino que están ligeramente elevados durante algo más de la mitad del tiempo.
2	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi un 10% del tiempo
6	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi 1/3 del tiempo.
12	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo.
24	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi todo el tiempo.

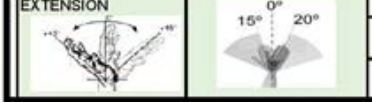
N.B.: se le mani operano ben sopra l'altezza del capo, raddoppiare i valori

B) CODO — Derecha: **8** — Izquierda: **0**



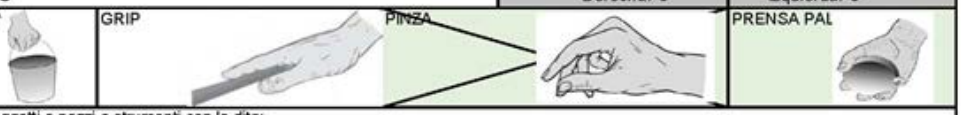
2	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos cerca de 1/3 del tiempo. (25% - 50%)
4	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos por casi todo el tiempo (más del 80%)

C) MUÑECA — Derecha: **8** — Izquierda: **8**



2	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos aproximadamente 1/3 del tiempo (25% - 50%)
4	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión y desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos, casi todo el tiempo (más del 80%)

D) MANO - DEDO		Derecha: 8	Izquierda: 8
PRENSA DE GA	GRIP	PINZA	PRENSA PAL



La mano afferra oggetti o pezzi o strumenti con le dita:

X	con los dedos juntos (pinza)	2	por cerca 1/3 del tiempo (25% - 50%)
X	con la mano casi completamente abierta (prensa palmar)	4	por cerca 2/3 del tiempo (51% - 80%)
	con los dedos en forma de gancho (prensa de gancho)	8	casi todo el tiempo (más del 80%)
	Con otros tipos de prensa similares a los indicados anteriormente o con finos movimientos de los dedos		

E) ESTEREOTIPIA	Derecha: 3	Izquierda: 3
1,5	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS POR MAS DE LA MITAD DEL TIEMPO TRABAJO LA PRESENCIA DE HOMBRO (o el ciclo de tiempo de entre 8 y 15 seg. en que prevalecen las acciones técnicas, incluso distintas entre ellas, de los miembros superiores.	
3	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS CASI TODO EL TIEMPO o tiempo de ciclo inferior a 8 seg., en que prevalecen acciones técnicas, incluso distintas, de los miembros superiores.	

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR POSTURA	27,0	11,0

PRESENCIA DE FACTORES DE RIESGO ADICIONALES	
Escoger una sola respuesta por bloque y sumar par obtener la puntuación.	
Factores físicos	
2	Se emplean por más de la mitad del tiempo guantes inadecuados para la tarea, (incómodos, demasiado gruesos, talla incorrecta).
2	Presencia de movimientos repentinos o bruscos o contratiempo con frecuencia de 2 o más por minuto.
2	Presencia de impactos repetidos (uso de las manos para dar golpes) con frecuencia de al menos 10 veces por hora.
2	Contacto con superficies frías (inferior a 0 grados) o desarrollo de labores en cámaras frigoríficas por más de la mitad del tiempo.
2	Se emplean herramientas vibradoras o destornilladores por al menos un tercio del tiempo. Atribuir un valor de 4 en caso de uso de instrumentos con elevado contenido de vibración (ej. Martillo neumático, maso, flexibles, etc.) Utilizados en al menos 1/3 del tiempo.
2	Se emplean herramientas que provocan compresión sobre las estructuras musculosas y tendinosas (verificar la presencia de enrojecimiento, callos, heridas, etc. Sobre la piel).
2	Se realizan tareas de presición durante más de la mitad del tiempo (tareas en áreas menores a 2 o 3mm) que requieren distancia visual de acercamiento
2	Existen más factores adicionales al mismo tiempo (como.....) que ocupan más de la mitad del tiempo.
3	Existen uno o más factores adicionales que ocupa casi todo el tiempo (como :.....)
Factores organizaciones	
1	El ritmo de trabajo está determinado por la máquina, pero existen "espacios de recuperación" por lo que el ritmo puede acelerarse o desacelerar.
2	El ritmo de trabajo está completamente determinado por la máquina.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FACTORES ADICIONALES	2	2

FACTOR MULTIPLICATIVO CORRECTOR DEL TIEMPO NETO DEL TRABAJO REPETITIVO								
Multiplicar el puntaje intrínsico de la estación por el factor multiplicativo relativo a la duración del trabajo repetitivo.								
60-120 min:	Fact. multipl. =	0,5	241-300 min:	Fact. multipl. =	0,85	421-480 min:	Fact. multipl. =	1
121-180 min:	Fact. multipl. =	0,65	301-360 min:	Fact. multipl. =	0,925	sup. 480 min:	Fact. multipl. =	1,5
181-240 min:	Fact. multipl. =	0,75	361-420 min:	Fact. multipl. =	0,95			

	FRECUENCIA		FUERZA		POSTURA		ADICIONALES		M. RECUP.		M. DURACION		INDICE De
(	10	+	32,0	+	27,0	+	2	)	1,05	X	0,5	=	37,3
(	FRECUENCIA		FUERZA		POSTURA		ADICIONALES	)	M. RECUP.		M. DURACION		INDICE Iz
(	0	+	32	+	11,0	+	2	)	1,05	X	0,5	=	23,6

CHECK LIST	INDICE OCRA	BANDAS	RIESGO	PREDICCION DE PATOLOGIAS UL-WMSDs (%)
hasta 7,5	fino a 2,2	VERDE	ACEPTABLE	inf. 5,3
7,6 - 11,0	2,3 - 3,5	AMARILLO	BORDERLINE O MUY LEVE	5,3 - 8,4
11,1 - 14,0	3,6 - 4,5	NARANJO	LEVE	8,5 - 10,7
14,1 - 22,5	4,6 - 9,0	ROJO MEDIO	MEDIO	10,8 - 21,5
≥ 22,6	≥ 9,1	VIOLETA	ELEVADO	mayor a 21,5

Note conclusión:

Check list OCRA - Atornillado y desatornillado con atornillador neumático

CHECKLIST OCRA

PROCEDIMIENTO ABREVIADO PARA LA IDENTIFICACION DEL RIESGO DE SOBRECARGA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES EN LAS TAREAS REPETITIVAS.

Hoja 1

DATOS PROPIOS DE LA EMPRESA Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA TAREA

EMPRESA	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	DEPARTAM.	LABORATORIO DE PRODUCCIÓN
SEDE:	UNICA	LINEA:	ATORNILLAR (ENROSCAR TORNILLO) Y DESATORNLLAR (DESENROSCAR TORNILLO)

BREVE DESCRIPCIÓN

TAREA:

Atornillar y desatornillar tornillo en pieza de madera con herramienta manual innovadora : Atornillador neumático

TIEMPO:

9 segundos de actividad, 1 atornillada y 1 desatornillada realizados con atornillador neumático



De las siguientes acciones técnicas contados en el ciclo:

Acciones	Extremidad superior derecha	Extremidad superior izquierda
Alistar material para realizar la actividad: pieza de madera, tornillo y atornillador neumático	1	1
Ubicación de pieza de madera en banco de trabajo	1	1
Alistar y portar los elementos de protección personal requeridos para el personal	1	1
Acomodar tornillo con atornillador neumático en pieza de madera	1	1
Activar botón para realizar el atornillado	1	1
Rota palanca para activar modo desatornillador	1	1
Activar botón para realizar el desatornillado	1	1
TOTALES	7	7

Numero turnos (w): 1

N° de puestos de trabajo con tareas idénticas a las evaluadas (j): 1

Número total de empleados en la tarea en estudio (k)=(w)x(j): 1

N. hombres: 1

Numero mujeres:

DATOS DE LA ORGANIZACION			VALORES	
DURACION DEL TURNO:	Oficial 540 Efectivo 480	a)	540	minutos
PAUSAS OFICIALES: horario e duración	15 min mañana, 15 min tarde	b)	30	minutos
PAUSAS EFECTIVAS: horario y duración	–			
PAUSA PARA COMER: horario y duración	Oficial 60 min Efectiva © 60 min	(c)	60	minutos
Trabajo no repetitivo limpieza, ...		(d)	390	minuto
TIEMPO NETO DE TRABAJO REPETITIVO:	*cálculo: (e) = (a) - (b) - (c) - (d)*	(e)	60	minuto
N° de tramos (o de ciclos)	programados: efectivos *(f)*:	(f)	400	ciclos
TIEMPO TOTAL DEL CICLO NETO (O CADENCIA): *cálculo: (g) = (e)/(f) x 60*		(g)	9	seg
TIEMPO TOTAL DEL CICLO OBSERVADO o PERIODO DE OBSERVACIÓN:		(h)	12	seg
CÁLCULO DE LA DIFERENCIA ENTRE T.T.C. Y TIEMPO OBS.: cálculo: (i) = |(g) - (h)| / (g) [%]		(i)	-33%	

FACTOR DE RECUPERACION

Dibujar en el siguiente gráfico la distribución de los descansos efectivamente realizadas y la hora de comer ya sean pagadas (incluido en el horario) o tiempo extra (no incluido). Luego, cuente cuántas horas no tienen una adecuada recuperación (5: 1 entre el trabajo repetitivo y pausa). Tenga en cuenta que los 60 minutos antes de la comida (que dura al menos 30 min.) Y los últimos 60 min. de trabajo se considera "recuperación".

Número de horas sin adecuada recuperación 1

GRAFICO HORARIO Y RECUPERACIONES *(1 rectángulo = 1 hora): PRIMER TURNO*

H inizio turno										H final turno
8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	

hora de recuperación con pausa > 8 min — hora recuperación al término del turno/PM — Pausa para comer

PUNTAJE FINAL DEL MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN 1,05

N° de hora sin adecuada recuperación	0	1	2	3	4	5	6	7	8
MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN	1,00	1,05	1,12	1,20	1,33	1,48	1,70	2,00	2,50

Hoja 2

FACTOR DE FRECUENCIA

ACTIVIDAD DEL BRAZO Y FRECUENCIA DE TRABAJO CON QUE SE REALIZAN LOS CICLOS

Elija solo una respuesta para cada bloque (ACCIONES DINÁMICAS o ACCIONES ESTÁTICAS) y tome en cuenta la puntuación más alta es posible escoger valores intermedios.

ESCENARIO RELATIVO A LA DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA POR ACCIONES TÉCNICAS DINÁMICAS	Punt.	Derecha	Izquierda
Los movimientos de los brazos son lentos con posibilidad de frecuentes interrupciones (20 acciones/minuto).	0		
Los movimientos de los brazos no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto ó una acción cada 2 segundos), con posibilidad de breves interrupciones.	1		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) pero con posibilidad de breves interrupciones.	3		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) la posibilidad de interrupciones es más escasa e irregular.	4		
Los movimientos de los brazos son rápidos y constantes (cerca de 50 acciones/min.) son posibles pausas breves y ocasionales.	6		
Los movimientos de los brazos son muy rápidos y constantes, la falta de interrupciones hace difícil mantener el ritmo (60 acciones/min.)	8		
Frecuencia muy alta (70 acciones/min. O más); no son posibles las interrupciones.	10		
ACCIONES TÉCNICAS ESTÁTICAS OBSERVADAS EN EL TIEMPO TOTAL DEL CICLO O EN EL PERIODO DE OBSERVACIÓN	**Punt.**	**Derecha**	**Izquierda**
Un objeto es mantenido en tomada estática por menos del 50% del tiempo	0		
Un objeto se mantiene en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 2/3 del tiempo	2,5		
Un objeto es mantenido en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 3/3 del tempo.	4,5	x	x

SINTESI FRECUENZIA ACCIONES DINAMICAS	Derecha	Izquierda
Número de acciones técnicas contenidas en el ciclo (x)	7	7
Tiempo total del ciclo (y)	9	9
Frecuencia de acciones por minuto (x/y * 60)	47	47
Posibilidad de interrupciones breves	SI	SI

PUNTAJE FINAL FACTOR FRECUENCIA	Derecha	Izquierda
	5	5

FACTOR DE FUERZA

PRESENCIA DE ACTIVIDADES LABORALES CON USO REPETITIVO DE FUERZA DE MANOS/BRAZOS [x] SI [ ] NO

Se puede señalar más de una respuesta. Sume los resultados parciales obtenidos. Si fuese necesario escoja resultados intermedios y súmelos

LA ACTIVIDAD LABORAL IMPLICA USO DE FUERZA INTENSA O CASI MAXIMAL (Puntaje de 8 o más en la escala de Borg) para:

	PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas	6	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir	12	1 % del tiempo		
Presionar botones	24	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas	32	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.				

LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA FUERTE (Puntaje 5-6-7 en la escala de Borg) para

	PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas	4	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir	8	1 % del tiempo		
Presionar botones	16	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas	24	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.				

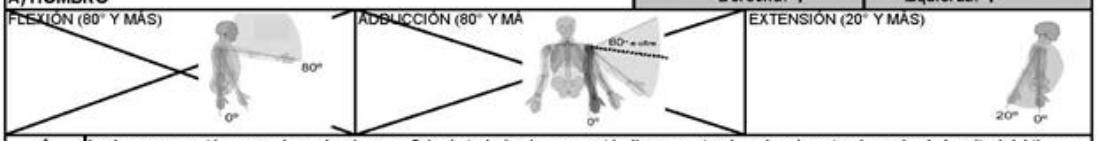
LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA DE GRADO MODERADO (punt. 3-4 en la escala de Borg) para:

		PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas		2	1/3 del tiempo ciclo		
Cerrar o abrir		4	Casi la mitad del tiempo		
Presionar botones	x	6	Más de la mitad del tiempo		
Utilizar herramientas	x	8	Casi todo el tiempo	x	x
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR FUERZA	8	8

FACTOR DE POSTURA Y MOVIMIENTOS INADECUADOS

A) HOMBRO — Derecha: 1 — Izquierda: 1



1	los brazos no están apoyados sobre la superficie de trabajo sino que están ligeramente elevados durante algo más de la mitad del tiempo.
2	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi un 10% del tiempo
6	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi 1/3 del tiempo.
12	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo.
24	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi todo el tiempo.

N.B.: se le mani operano ben sopra l'altezza del capo, raddoppiare i valori

B) CODO — Derecha: 0 — Izquierda: 0

FLEXIÓN - EXT...	SUPINACIÓN - PRONACIÓN		
		2	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos cerca de 1/3 del tiempo. (25% - 50%)
		4	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
		8	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos por casi todo el tiempo (más del 80%)

C) MUÑECA			Derecha: 2	Izquierda: 2
FLEXIÓN - EXTENSIÓN 	DEV. RADIO-ULNAR 	2	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos aproximadamente 1/3 del tiempo (25% - 50%)	
		4	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)	
		8	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión y desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos, casi todo el tiempo (más del 80%)	

D) MANO - DEDO		Derecha: 6	Izquierda: 6
PRENSA DE GA 	GRIP  PINZA 		PRENSA PAL 

La mano afferra oggetti o pezzi o strumenti con le dita:

	con los dedos juntos (pinza)	2	por cerca 1/3 del tiempo (25% - 50%)
X	con la mano casi completamente abierta (prensa palmar)	4	por cerca 2/3 del tiempo (51% - 80%)
	con los dedos en forma de gancho (prensa de gancho)	8	casi todo el tiempo (más del 80%)
	Con otros tipos de prensa similares a los indicados anteriormente o con finos movimientos de los dedos		

E) ESTEREOTIPIA	Derecha: 1,5	Izquierda: 1,5
1,5	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS POR MAS DE LA MITAD DEL TIEMPO TRABAJO LA PRESENCIA DE HOMBRO (o el ciclo de tiempo de entre 8 y 15 seg. en que prevalecen las acciones técnicas, incluso distintas entre ellas, de los miembros superiores.	
3	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS CASI TODO EL TIEMPO o tiempo de ciclo inferior a 8 seg., en que prevalecen acciones técnicas, incluso distintas, de los miembros superiores.	

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR POSTURA	7,5	7,5

PRESENCIA DE FACTORES DE RIESGO ADICIONALES	
Escoger una sola respuesta por bloque y sumar par obtener la puntuación.	
Factores físicos	
2	Se emplean por más de la mitad del tiempo guantes inadecuados para la tarea, (incómodos, demasiado gruesos, talla incorrecta).
2	Presencia de movimientos repentinos o bruscos o contratiempo con frecuencia de 2 o más por minuto.
2	Presencia de impactos repetidos (uso de las manos para dar golpes) con frecuencia de al menos 10 veces por hora.
2	Contacto con superficies frías (inferior a 0 grados) o desarrollo de labores en cámaras frigoríficas por más de la mitad del tiempo.
2	Se emplean herramientas vibradoras o destornilladores por al menos un tercio del tiempo. Atribuir un valor de 4 en caso de uso de instrumentos con elevado contenido de vibración (ej. Martillo neumático, maso, flexibles, etc.) Utilizados en al menos 1/3 del tiempo.
2	Se emplean herramientas que provocan compresión sobre las estructuras musculosas y tendinosas (verificar la presencia de enrojecimiento, callos, heridas, etc. Sobre la piel).
2	Se realizan tareas de presición durante más de la mitad del tiempo (tareas en áreas menores a 2 o 3mm) que requieren distancia visual de acercamiento
2	Existen más factores adicionales al mismo tiempo (como.....) que ocupan más de la mitad del tiempo.
3	Existen uno o más factores adicionales que ocupa casi todo el tiempo (como :.....)
Factores organizaciones	
1	El ritmo de trabajo está determinado por la máquina, pero existen "espacios de recuperación" por lo que el ritmo puede acelerarse o desacelerar.
2	El ritmo de trabajo está completamente determinado por la máquina.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FACTORES ADICIONALES	4	4

FACTOR MULTIPLICATIVO CORRECTOR DEL TIEMPO NETO DEL TRABAJO REPETITIVO								
Multiplicar el puntaje intrínsico de la estación por el factor multiplicativo relativo a la duración del trabajo repetitivo.								
60-120 min:	Fact. multipl. =	0,5	241-300 min:	Fact. multipl. =	0,85	421-480 min:	Fact. multipl. =	1
121-180 min:	Fact. multipl. =	0,65	301-360 min:	Fact. multipl. =	0,925	sup. 480 min:	Fact. multipl. =	1,5
181-240 min:	Fact. multipl. =	0,75	361-420 min:	Fact. multipl. =	0,95			

	FRECUENCIA		FUERZA		POSTURA		ADICIONALES		M. RECUP.		M. DURACION		INDICE De
(	5	+	8,0	+	7,5	+	4	)	x 1,05	x	0,5	=	12,9
(	FRECUENCIA		FUERZA		POSTURA		ADICIONALES	)	M. RECUP.		M. DURACION		INDICE Iz
(	5	+	8	+	7,5	+	4	)	x 1,05	x	0,5	=	12,9

CHECK LIST	INDICE OCRA	BANDAS	RIESGO	PREDICCION DE PATOLOGIAS UL-WMSDs (%)
hasta 7,5	fino a 2,2	VERDE	ACEPTABLE	inf. 5,3
7,6 - 11,0	2,3 - 3,5	AMARILLO	BORDERLINE O MUY LEVE	5,3 - 8,4
11,1 - 14,0	3,6 - 4,5	NARANJO	LEVE	8,5 - 10,7
14,1 - 22,5	4,6 - 9,0	ROJO MEDIO	MEDIO	10,8 - 21,5
≥ 22,6	≥ 9,1	VIOLETA	ELEVADO	mayor a 21,5

Note conclusión:

Agarre - torsión - corte simples:

Se comparó el uso de la pinza convencional contra una pinza "ergonómica" (con mango tipo pelicano o acodado).

En este caso, la actividad medida con pinza convencional y con pinza "ergonómica" tomó 7 segundos en ambos casos (ver cursograma herramienta convencional vs innovadora: "pinza tradicional" - "pinza ergonómica"). Con lo cual, la productividad de la tarea es la misma entre herramientas. Por otro lado, cuando se realiza la valoración ergonómica de ambas tareas con el checklist OCRA se evidencia que la pinza "ergonómica" disminuyó el riesgo de padecer desordenes musculoesqueléticos comparado con la pinza convencional, sin embargo, la categoría del riesgo permaneció en elevado (ver imagen checklist OCRA herramienta convencional vs innovadora: "pinza tradicional" - "pinza ergonómica")

Check list OCRA - Agarre, torsión, corte simples con pinza convencional

traducido por: ergónomo Giovanni

CHECKLIST OCRA

PROCEDIMIENTO ABREVIADO PARA LA IDENTIFICACION DEL RIESGO DE SOBRECARGA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES EN LAS TAREAS REPETITIVAS.

Hoja 1

DATOS PROPIOS DE LA EMPRESA Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA TAREA

EMPRESA	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	DEPARTAM.	LABORATORIO DE PRODUCCIÓN
SEDE:	UNICA	LINEA:	GIRAR Y DOBLAR PIEZA FRONTAL EN ÁREA DEFINIDA

BREVE DESCRIPCIÓN

TAREA:

Girar y doblar lamina dentro de pieza metálica con herramienta manual tradicional : Pinza dobladora tradicional

TIEMPO:

7 segundos



De las siguientes acciones técnicas contados en el ciclo:

Acciones	Extremidad superior derecha	Extremidad superior izquierda
Alistar material para realizar la actividad: caja metálica con lámina interna y pinza tradicional	1	1
Ubicación de caja metálica en banco de trabajo	1	1
Alistar y portar los elementos de protección personal requeridos para el personal	1	1
Ubicar pinza en lámina dentro de caja	1	
Doblar lámina con pinza	3	
TOTALES	**7**	**3**

Numero turnos (w): 1 N° de puestos de trabajo con tareas idénticas a las evaluadas (j): 1

Número total de empleados en la tarea en estudio (k)=(w)x(j): 1 N. hombres: 1 Numero mujeres: 1

DATOS DE LA ORGANIZACION			VALORES	
DURACION DEL TURNO:	Oficial 540 Efectivo 480	a)	540	minutos
PAUSAS OFICIALES: horario e duración	15 min mañana, 15 min tarde	b)	30	minutos
PAUSAS EFECTIVAS: horario y duración	--			
PAUSA PARA COMER: horario y duración	Oficial 60 min Efectiva © 60 min	(c)	60	minutos
Trabajo no repetitivo limpieza, ...		(d)	390	minuto
TIEMPO NETO DE TRABAJO REPETITIVO:	*cálculo: (e) = (a) - (b) - (c) - (d)*	(e)	60	minuto
N° de tramos (o de ciclos)	programados: efectivos *(f)*:	(f)	1543	ciclos
TIEMPO TOTAL DEL CICLO NETO (O CADENCIA): *cálculo: (g) = (e)/(f) x 60*		(g)	2,3333333	seg
TIEMPO TOTAL DEL CICLO OBSERVADO o PERIODO DE OBSERVACIÓN:		(h)	7	seg
CÁLCULO DE LA DIFERENCIA ENTRE T.T.C. Y TIEMPO OBS.: cálculo: (i) = |(g) - (h)| / (g) [%]		(i)	-200%	

FACTOR DE RECUPERACION

Dibujar en el siguiente gráfico la distribución de los descansos efectivamente realizadas y la hora de comer ya sean pagadas (incluido en el horario) o tiempo extra (no incluido). Luego, cuente cuántas horas no tienen una adecuada recuperación (5: 1 entre el trabajo repetitivo y pausa). Tenga en cuenta que los 60 minutos antes de la comida (que dura al menos 30 min.) Y los últimos 60 min. de trabajo se considera "recuperación".

Número de horas sin adecuada recuperación 1

GRAFICO HORARIO Y RECUPERACIONES *(1 rectángulo = 1 hora): PRIMER TURNO*

H inizio turno									H final turno
8	9	10	11	12	1	2	3	4	5

hora de recuperación con pausa > 8 min — hora recuperación al término del turno/PM — Pausa para comer

PUNTAJE FINAL DEL MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN 1,05

N° de hora sin adecuada recuperación	0	1	2	3	4	5	6	7	8
MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN	1,00	1,05	1,12	1,20	1,33	1,48	1,70	2,00	2,50

Hoja 2

FACTOR DE FRECUENCIA

ACTIVIDAD DEL BRAZO Y FRECUENCIA DE TRABAJO CON QUE SE REALIZAN LOS CICLOS

Elija solo una respuesta para cada bloque (ACCIONES DINÁMICAS o ACCIONES ESTÁTICAS) y tome en cuenta la puntuación más alta es posible escoger valores intermedios.

ESCENARIO RELATIVO A LA DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA POR ACCIONES TÉCNICAS DINÁMICAS	Punt.	Derecha	Izquierda
Los movimientos de los brazos son lentos con posibilidad de frecuentes interrupciones (20 acciones/minuto).	0		
Los movimientos de los brazos no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto ó una acción cada 2 segundos), con posibilidad de breves interrupciones.	1		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) pero con posibilidad de breves interrupciones.	3		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) la posibilidad de interrupciones es más escasa e irregular.	4		
Los movimientos de los brazos son rápidos y constantes (cerca de 50 acciones/min.) son posibles pausas breves y ocasionales.	6		
Los movimientos de los brazos son muy rápidos y constantes, la falta de interrupciones hace difícil mantener el ritmo (60 acciones/min.)	8		
Frecuencia muy alta (70 acciones/min. O más); no son posibles las interrupciones.	10	X	X
ACCIONES TÉCNICAS ESTÁTICAS OBSERVADAS EN EL TIEMPO TOTAL DEL CICLO O EN EL PERIODO DE OBSERVACIÓN	**Punt.**	**Derecha**	**Izquierda**
Un objeto es mantenido en tomada estática por menos del 50% del tiempo	0		
Un objeto se mantiene en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 2/3 del tiempo.	2,5		
Un objeto es mantenido en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 3/3 del tempo.	4,5		X

SINTESI FRECUENZIA ACCIONES DINAMICAS	Derecha	Izquierda
Número de acciones técnicas contenidas en el ciclo (x)	7	3
Tiempo total del ciclo (y)	2,333333	2,3333
Frecuencia de acciones por minuto (x/y * 60)	180	77
Posibilidad de interrupciones breves	SI	SI

	Derecha	Izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR FRECUENCIA	10	10

FACTOR DE FUERZA

PRESENCIA DE ACTIVIDADES LABORALES CON USO REPETITIVO DE FUERZA DE MANOS/BRAZOS [x] SI [ ] NO

Se puede señalar más de una respuesta. Sume los resultados parciales obtenidos. Si fuese necesario escoja resultados intermedios y súmelos

LA ACTIVIDAD LABORAL IMPLICA USO DE FUERZA INTENSA O CASI MAXIMAL (Puntaje de 8 o más en la escala de Borg) para:

	PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas	6	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir	12	1 % del tiempo		
Presionar botones	24	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas	32	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.				

LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA FUERTE (Puntaje 5-6-7 en la escala de Borg) para

		PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas		4	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir		8	1 % del tiempo		
Presionar botones		16	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas	X	24	Más del 10 % del tiempo	X	
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					

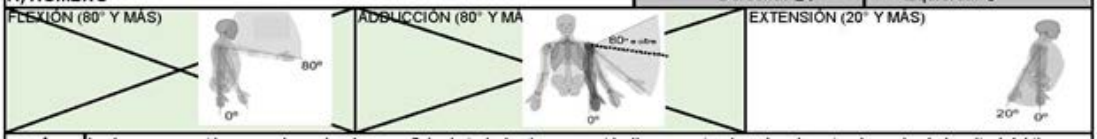
LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA DE GRADO MODERADO (punt. 3-4 en la escala de Borg) para:

	PUNTAJES		de	iz
Empujar o tirar de palancas				
Cerrar o abrir	2	1/3 del tiempo ciclo		
Presionar botones	4	Casi la mitad del tiempo		
Utilizar herramientas	6	Más de la mitad del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.	8	Casi todo el tiempo		

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR FUERZA	24	0

FACTOR DE POSTURA Y MOVIMIENTOS INADECUADOS

A) HOMBRO — Derecha: 24 — Izquierda: 0

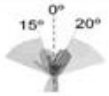


1	los brazos no están apoyados sobre la superficie de trabajo sino que están ligeramente elevados durante algo más de la mitad del tiempo.
2	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi un 10% del tiempo
6	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi 1/3 del tiempo.
12	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo.
24	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi todo el tiempo.

N.B.: se le mani operano ben sopra l'altezza del capo, raddoppiare i valori

B) CODO — Derecha: 8 — Izquierda: 0

	FLEXIÓN - EXTENSIÓN	SUPINACIÓN - PRONACIÓN		
				
			2	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos cerca de 1/3 del tiempo. (25% - 50%)
			4	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
			8	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos por casi todo el tiempo (más del 80%)

C) MUNECA			Derecha: 8	Izquierda: 8
FLEXIÓN - EXTENSIÓN 	DEV. RADIO-ULNAR 	2	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos aproximadamente 1/3 del tiempo (25% - 50%)	
		4	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)	
		8	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión y desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos, casi todo el tiempo (más del 80%)	

D) MANO - DEDO	Derecha: 8	Izquierda: 8
PRENSA DE GA  GRIP  PINZA  PRENSA PAL 		

La mano afferra oggetti o pezzi o strumenti con le dita:

	con los dedos juntos (pinza)	2	por cerca 1/3 del tiempo (25% - 50%)
X	con la mano casi completamente abierta (prensa palmar)	4	por cerca 2/3 del tiempo (51% - 80%)
	con los dedos en forma de gancho (prensa de gancho)	8	casi todo el tiempo (más del 80%)
	Con otros tipos de prensa similares a los indicados anteriormente o con finos movimientos de los dedos		

E) ESTEREOTIPIA	Derecha: 3	Izquierda: 3
1,5	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUNECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS POR MAS DE LA MITAD DEL TIEMPO TRABAJO LA PRESENCIA DE HOMBRO (o el ciclo de tiempo de entre 8 y 15 seg. en que prevalecen las acciones técnicas, incluso distintas entre ellas, de los miembros superiores.	
3	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS CASI TODO EL TIEMPO o tiempo de ciclo inferior a 8 seg., en que prevalecen acciones técnicas, incluso distintas, de los miembros superiores.	

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR POSTURA	27,0	11,0

PRESENCIA DE FACTORES DE RIESGO ADICIONALES

Escoger una sola respuesta por bloque y sumar par obtener la puntuación.

Factores físicos

2	Se emplean por más de la mitad del tiempo guantes inadecuados para la tarea, (incómodos, demasiado gruesos, talla incorrecta).
2	Presencia de movimientos repentinos o bruscos o contratiempo con frecuencia de 2 o más por minuto.
2	Presencia de impactos repetidos (uso de las manos para dar golpes) con frecuencia de al menos 10 veces por hora.
2	Contacto con superficies frías (inferior a 0 grados) o desarrollo de labores en cámaras frigoríficas por más de la mitad del tiempo.
2	Se emplean herramientas vibradoras o destornilladores por al menos un tercio del tiempo. Atribuir un valor de 4 en caso de uso de instrumentos con elevado contenido de vibración (ej. Martillo neumático, maso, flexibles, etc.) Utilizados en al menos 1/3 del tiempo.
2	Se emplean herramientas que provocan compresión sobre las estructuras musculosas y tendinosas (verificar la presencia de enrojecimiento, callos, heridas, etc. Sobre la piel).
2	Se realizan tareas de presición durante más de la mitad del tiempo (tareas en áreas menores a 2 o 3mm) que requieren distancia visual de acercamiento
2	Existen más factores adicionales al mismo tiempo (como.....) que ocupan más de la mitad del tiempo.
3	Existen uno o más factores adicionales que ocupa casi todo el tiempo (como :.....)

Factores organizaciones

1	El ritmo de trabajo está determinado por la máquina, pero existen "espacios de recuperación" por lo que el ritmo puede acelerarse o desacelerar.
2	El ritmo de trabajo está completamente determinado por la máquina.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FACTORES ADICIONALES	2	

FACTOR MULTIPLICATIVO CORRECTOR DEL TIEMPO NETO DEL TRABAJO REPETITIVO								
Multiplicar el puntaje intrínsico de la estación por el factor multiplicativo relativo a la duración del trabajo repetitivo.								
60-120 min:	Fact. multipl. =	0,5	241-300 min:	Fact. multipl. =	0,85	421-480 min:	Fact. multipl. =	1
121-180 min:	Fact. multipl. =	0,65	301-360 min:	Fact. multipl. =	0,925	sup. 480 min:	Fact. multipl. =	1,5
181-240 min:	Fact. multipl. =	0,75	361-420 min:	Fact. multipl. =	0,95			

	FRECUENCIA		FUERZA		POSTURA		ADICIONALES		M. RECUP.		M. DURACION		INDICE De
(	10	+	24,0	+	27,0	+	2	)	1,05	x	0,5	=	33,1

	FRECUENCIA		FUERZA		POSTURA		ADICIONALES		M. RECUP.		M. DURACION		INDICE Iz
(	10	+	0	+	11,0	+	0	)	1,05	x	0,5	=	11,0

CHECK LIST	INDICE OCRA	BANDAS	RIESGO	PREDICCION DE PATOLOGIAS UL-WMSDs (%)
hasta 7,5	fino a 2,2	VERDE	ACEPTABLE	inf. 5,3
7,6 - 11,0	2,3 - 3,5	AMARILLO	BORDERLINE O MUY LEVE	5,3 - 8,4
11,1 - 14,0	3,6 - 4,5	NARANJO	LEVE	8,5 - 10,7
14,1 - 22,5	4,6 - 9,0	ROJO MEDIO	MEDIO	10,8 - 21,5
≥ 22,6	≥ 9,1	VIOLETA	ELEVADO	mayor a 21,5

Check list OCRA - Agarre, torsión y corte con pinza "ergonómica" de mango tipo pelicano

traducido por: ergónomo Giovanni

CHECKLIST OCRA

PROCEDIMIENTO ABREVIADO PARA LA IDENTIFICACION DEL RIESGO DE SOBRECARGA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES EN LAS TAREAS REPETITIVAS.

Hoja 1

DATOS PROPIOS DE LA EMPRESA Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA TAREA

EMPRESA: ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
DEPARTAM.: LABORATORIO DE PRODUCCIÓN
SEDE: UNICA
LINEA: GIRAR Y DOBLAR PIEZA FRONTAL EN ÁREA DEFINIDA

BREVE DESCRIPCIÓN
TAREA:
Girar y doblar lamina dentro de pieza metálica con herramienta manual innovadora: Pinza dobladora ergonómica

TIEMPO:
7 segundos



De las siguientes acciones técnicas contados en el ciclo:

Acciones	Extremidad superior derecha	Extremidad superior izquierda
Alistar material para realizar la actividad: caja metálica con lámina interna y pinza ergonómica	1	1
Ubicación de caja metálica en banco de trabajo	1	1
Alistar y portar los elementos de protección personal requeridos para el personal	1	1
Ubicar pinza en lámina dentro de caja	1	
Doblar lámina con pinza	3	
TOTALES	7	3

Numero turnos (w): 1 — N° de puestos de trabajo con tareas idénticas a las evaluadas (j): 1

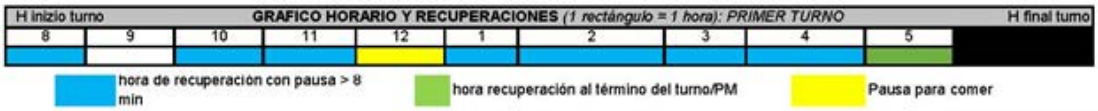
Número total de empleados en la tarea en estudio (k)=(w)x(j): 1 — N. hombres: 1 — Numero mujeres: 1

DATOS DE LA ORGANIZACION			VALORES	
DURACION DEL TURNO:	Oficial Efectivo	540 480	a)	540 minutos
PAUSAS OFICIALES: horario e duración PAUSAS EFECTIVAS: horario y duración	15 min mañana, 15 min tarde --		b)	30 minutos
PAUSA PARA COMER: horario y duración	Oficial Efectiva ©	60 min 60 min	(c)	60 minutos
Trabajo no repetitivo limpieza, ...			(d)	390 minuto
TIEMPO NETO DE TRABAJO REPETITIVO:	*cálculo: (e) = (a) - (b) - (c) - (d)*		(e)	60 minuto
N° de tramos (o de ciclos)	programados: efectivos *(f)*:		(f)	1543 ciclos
TIEMPO TOTAL DEL CICLO NETO (O CADENCIA): *cálculo: (g) = (e)/(f) x 60*			(g)	2,3333333 seg
TIEMPO TOTAL DEL CICLO OBSERVADO o PERIODO DE OBSERVACIÓN:			(h)	7 seg
CÁLCULO DE LA DIFERENCIA ENTRE T.T.C. Y TIEMPO OBS.: cálculo: (i) = |(g) - (h)| / (g) [%]			(i)	-200%

FACTOR DE RECUPERACION

Dibujar en el siguiente gráfico la distribución de los descansos efectivamente realizadas y la hora de comer ya sean pagadas (incluido en el horario) o tiempo extra (no incluido). Luego, cuente cuántas horas no tienen una adecuada recuperación (5: 1 entre el trabajo repetitivo y pausa). Tenga en cuenta que los 60 minutos antes de la comida (que dura al menos 30 min.) Y los últimos 60 min. de trabajo se considera "recuperación".

Número de horas sin adecuada recuperación: 1



PUNTAJE FINAL DEL MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN: 1,05

N° de hora sin adecuada recuperación	0	1	2	3	4	5	6	7	8
MULTIPLICADOR DE RECUPERACIÓN	1,00	1,05	1,12	1,20	1,33	1,48	1,70	2,00	2,50

Hoja 2

FACTOR DE FRECUENCIA

ACTIVIDAD DEL BRAZO Y FRECUENCIA DE TRABAJO CON QUE SE REALIZAN LOS CICLOS

Elija solo una respuesta para cada bloque (ACCIONES DINÁMICAS o ACCIONES ESTÁTICAS) y tome en cuenta la puntuación más alta es posible escoger valores intermedios.

ESCENARIO RELATIVO A LA DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA POR ACCIONES TÉCNICAS DINÁMICAS	Punt.	Derecha	Izquierda
Los movimientos de los brazos son lentos con posibilidad de frecuentes interrupciones (20 acciones/minuto).	0		
Los movimientos de los brazos no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto ó una acción cada 2 segundos), con posibilidad de breves interrupciones.	1		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) pero con posibilidad de breves interrupciones.	3		
Los movimientos de los brazos son bastante rápidos (cerca de 40 acciones/min.) la posibilidad de interrupciones es más escasa e irregular.	4		
Los movimientos de los brazos son rápidos y constantes (cerca de 50 acciones/min.) son posibles pausas breves y ocasionales.	6		
Los movimientos de los brazos son muy rápidos y constantes, la falta de interrupciones hace difícil mantener el ritmo (60 acciones/min.)	8		
Frecuencia muy alta (70 acciones/min. O más); no son posibles las interrupciones.	10	X	X
ACCIONES TÉCNICAS ESTÁTICAS OBSERVADAS EN EL TIEMPO TOTAL DEL CICLO O EN EL PERIODO DE OBSERVACIÓN	**Punt.**	**Derecha**	**Izquierda**
Un objeto es mantenido en tomada estática por menos del 50% del tiempo	0		
Un objeto se mantiene en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 2/3 del tiempo	2,5		
Un objeto es mantenido en tomada estática por una duración de al menos 5 segundos , que ocupa 3/3 del tiempo.	4,5		X

SINTESI FRECUENZIA ACCIONES DINAMICAS	Derecha	Izquierda
Número de acciones técnicas contenidas en el ciclo (x)	7	3
Tiempo total del ciclo (y)	2,333333	2,3333
Frecuencia de acciones por minuto (x/y * 60)	180	77
Posibilidad de interrupciones breves	SI	SI

	Derecha	Izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR FRECUENCIA	10	10

FACTOR DE FUERZA

PRESENCIA DE ACTIVIDADES LABORALES CON USO REPETITIVO DE FUERZA DE MANOS/BRAZOS [x] SI [ ] NO

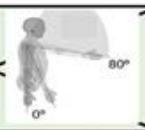
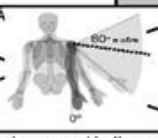
Se puede señalar más de una respuesta. Sume los resultados parciales obtenidos. Si fuese necesario escoja resultados intermedios y súmelos

		PUNTAJES		de	iz
LA ACTIVIDAD LABORAL IMPLICA USO DE FUERZA INTENSA O CASI MAXIMAL (Puntaje de 8 o más en la escala de Borg) para:					
Empujar o tirar de palancas		6	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir		12	1 % del tiempo		
Presionar botones		24	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas		32	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					
LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA FUERTE (Puntaje 5-6-7 en la escala de Borg) para					
Empujar o tirar de palancas		4	2 seg. cada 10 minutos		
Cerrar o abrir		8	1 % del tiempo		
Presionar botones		16	5 % del tiempo		
Utilizar herramientas		24	Más del 10 % del tiempo		
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					
LA ACTIVIDAD DE TRABAJO INVOLUCRA EL USO DE FUERZA DE GRADO MODERADO (punt. 3-4 en la escala de Borg) para:					
Empujar o tirar de palancas		2	1/3 del tiempo ciclo		
Cerrar o abrir		4	Casi la mitad del tiempo		
Presionar botones		6	Más de la mitad del tiempo		
Utilizar herramientas	X	8	Casi todo el tiempo	X	
Usar el peso del cuerpo para realizar acciones de trabajo.					

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR FUERZA	8	0

FACTOR DE POSTURA Y MOVIMIENTOS INADECUADOS

A) HOMBRO — Derecha: 24 — Izquierda: 0

FLEXIÓN (80° Y MÁS)  ABDUCCIÓN (80° Y MÁ  EXTENSIÓN (20° Y MÁS) 

1	los brazos no están apoyados sobre la superficie de trabajo sino que están ligeramente elevados durante algo más de la mitad del tiempo.
2	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi un 10% del tiempo
6	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi 1/3 del tiempo.
12	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por más de la mitad del tiempo.
24	Los brazos se mantienen sin apoyo casi a la altura del hombro (o en otra postura extrema) por casi todo el tiempo.

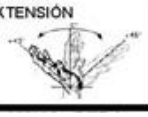
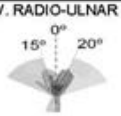
N.B.: se le mani operano ben sopra l'altezza del capo, raddoppiare i valori

B) CODO — Derecha: 8 — Izquierda: 0

FLEXIÓN - EXT  SUPINACIÓN - PRONACIÓN 

2	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos cerca de 1/3 del tiempo. (25% - 50%)
4	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	El codo debe realizar amplios movimientos de flexo-extensión o prono-supinación, movimientos bruscos por casi todo el tiempo (más del 80%)

C) MUÑECA — Derecha: 0 — Izquierda: 0

FLEXIÓN - EXTENSIÓN  DEV. RADIO-ULNAR 

2	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos aproximadamente 1/3 del tiempo (25% - 50%)
4	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión o desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos durante aproximadamente 2/3 del tiempo (51% - 80%)
8	La muñeca debe realizar amplios movimientos de flexión-extensión y desviaciones radio-ulnar, movimientos bruscos, casi todo el tiempo (más del 80%)

D) MANO - DEDO — Derecha: 8 — Izquierda: 8

PRENSA DE GAI  GRIP  PINZA  PRENSA PAL 

La mano afferra oggetti o pezzi o strumenti con le dita:

	con los dedos juntos (pinza)	2	por cerca 1/3 del tiempo (25% - 50%)
X	con la mano casi completamente abierta (prensa palmar)	4	por cerca 2/3 del tiempo (51% - 80%)
	con los dedos en forma de gancho (prensa de gancho)	8	casi todo el tiempo (más del 80%)
	Con otros tipos de prensa similares a los indicados anterioremente o con finos movimientos de los dedos		

E) ESTEREOTIPIA — Derecha: 3 — Izquierda: 3

1,5	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS POR MÁS DE LA MITAD DEL TIEMPO TRABAJO LA PRESENCIA DE HOMBRO (o el ciclo de tiempo de entre 8 y 15 seg. en que prevalecen las acciones técnicas, incluso distintas entre ellas, de los miembros superiores.
3	PRESENCIA DEL GESTO LABORAL DEL HOMBRO Y/O CODO Y/O MUÑECA Y/I MANO IDENTICOS REPETIDOS CASI TODO EL TIEMPO o tiempo de ciclo inferior a 8 seg., en que prevalecen acciones técnicas, incluso distintas, de los miembros superiores.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FINAL FACTOR POSTURA	27,0	11,0

PRESENCIA DE FACTORES DE RIESGO ADICIONALES

Escoger una sola respuesta por bloque y sumar par obtener la puntuación.

Factores físicos

2	Se emplean por más de la mitad del tiempo guantes inadecuados para la tarea, (incómodos, demasiado gruesos, talla incorrecta).
2	Presencia de movimientos repentinos o bruscos o contratiempo con frecuencia de 2 o más por minuto.
2	Presencia de impactos repetidos (uso de las manos para dar golpes) con frecuencia de al menos 10 veces por hora.
2	Contacto con superficies frías (inferior a 0 grados) o desarrollo de labores en cámaras frigoríficas por más de la mitad del tiempo.
2	Se emplean herramientas vibradoras o destornilladores por al menos un tercio del tiempo. Atribuir un valor de 4 en caso de uso de instrumentos con elevado contenido de vibración (ej. Martillo neumático, maso, flexibles, etc.) Utilizados en al menos 1/3 del tiempo.
2	Se emplean herramientas que provocan compresión sobre las estructuras musculosas y tendinosas (verificar la presencia de enrojecimiento, callos, heridas, etc. Sobre la piel).
2	Se realizan tareas de presición durante más de la mitad del tiempo (tareas en áreas menores a 2 o 3mm) que requieren distancia visual de acercamiento
2	Existen más factores adicionales al mismo tiempo (como.....) que ocupan más de la mitad del tiempo.
3	Existen uno o más factores adicionales que ocupa casi todo el tiempo (como :.....)

Factores organizaciones

1	El ritmo de trabajo está determinado por la máquina, pero existen "espacios de recuperación" por lo que el ritmo puede acelerarse o desacelerar.
2	El ritmo de trabajo está completamente determinado por la máquina.

	derecha	izquierda
PUNTAJE FACTORES ADICIONALES	0	0

FACTOR MULTIPLICATIVO CORRECTOR DEL TIEMPO NETO DEL TRABAJO REPETITIVO

Multiplicar el puntaje intrinsico de la estación por el factor multiplicativo relativo a la duración del trabajo repetitivo.

60-120 min:	Fact. multipl. =	0,5	241-300 min:	Fact. multipl. =	0,85	421-480 min:	Fact. multipl. = 1
121-180 min:	Fact. multipl. =	0,65	301-360 min:	Fact. multipl. =	0,925	sup. 480 min:	Fact. multipl. = 1,5
181-240 min:	Fact. multipl. =	0,75	361-420 min:	Fact. multipl. =	0,95		

	FRECUENCIA		FUERZA		POSTURA		ADICIONALES		M. RECUP.		M. DURACION		INDICE De
(	10	+	8,0	+	27,0	+	0	)	x 1,05	x	0,5	=	23,6
(	10	+	0	+	11,0	+	0	)	x 1,05	x	0,5	=	INDICE Iz 11,0

CHECK LIST	INDICE OCRA	BANDAS	RIESGO	PREDICCION DE PATOLOGIAS UL-WMSDs (%)
hasta 7,5	fino a 2,2	VERDE	ACEPTABLE	inf. 5,3
7,6 - 11,0	2,3 - 3,5	AMARILLO	BORDERLINE O MUY LEVE	5,3 - 8,4
11,1 - 14,0	3,6 - 4,5	NARANJO	LEVE	8,5 - 10,7
14,1 - 22,5	4,6 - 9,0	ROJO MEDIO	MEDIO	10,8 - 21,5
≥ 22,6	≥ 9,1	VIOLETA	ELEVADO	mayor a 21,5

Note conclusión:

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Se escogió la metodología de valoración ergonómica Checklist OCRA porque los evaluadores (medico laboral e ingeniera industrial) cuentan con formación a nivel master en ergonomía (con la Universidad Politécnica de Cataluña) y profundización a nivel de experto en metodología Checklist OCRA (curso UPC CERpIE 25 horas).

Vale la pena mencionar que la valoración del riesgo en salud (método de valoración ergonómica Checklist OCRA) lleva implícito una subjetividad dada por la formación del evaluador, el tiempo de observación, la influencia del evaluador sobre el comportamiento del trabajador frente a la tarea (la postura del cuerpo, la postura de la mano, el movimiento mano-muñeca, el tipo de agarre de la herramienta, la fuerza del agarre), la familiaridad del trabajador con la herramienta innovadora, el ambiente de trabajo de la tarea evaluada (puede no reflejar el ambiente de trabajo de la tarea real) y la escogencia de las tareas a evaluar (puede que no reflejen las tareas más frecuentes del trabajador).

Adicionalmente, se determinó arbitrariamente que para este estudio se consideraría que el periodo de trabajo repetitivo con las herramientas a evaluar sería de 1 hora dentro de una jornada laboral de 8 horas. Lo anterior, se escogió considerando que las tareas de mantenimiento empresarial generalmente responden a actividades intermitentes según las necesidades institucionales y no son del tipo "línea de producción", además son heterogéneas en propósito y heterogéneas en la escogencia de las herramientas manuales a utilizar.

Es de aclarar, que el método ergonómico escogido (Checklist OCRA) tiene una correlación directa con el INDICE OCRA y, por tanto, con la predicción (% de probabilidad) a 10 años de desarrollar desordenes musculoesqueléticos de miembro superior.

Clavado de puntillas:

Con esta tarea y las herramientas a comparar, se inició de un supuesto de que la herramienta convencional, en este caso el martillo, presentaba una alta carga ergonómica por el uso de fuerza con impacto sobre la puntilla y por la repetitividad del movimiento sobre el codo, sin embargo, para nuestra sorpresa, la valoración ergonómica del riesgo en salud (checklist OCRA) fue desfavorable sobre la herramienta innovadora, pues aumento el riesgo de medio a elevado, que aunque mejoro el factor fuerza comparado contra el martillo, perjudico el factor postura (postura mantenida antigravitacional del hombro que maneja la herramienta). Puede que la solución para corregir esta postura desfavorable sea adecuar la altura del plano de trabajo, sin embargo, para efectos de este estudio se decidió mantener iguales condiciones para ambas herramientas, y a no inducir al trabajador a cambiar la forma de la tarea si este no lo sugería, puesto que en un escenario real será el trabajador de mantenimiento el que decidirá "su manera" de ejecutar la tarea. Cabe resaltar que la productividad fue ampliamente superada con la herramienta innovadora (un 800%).

En un escenario hipotético, al corregir el factor postura del hombro modificando la altura del plano de trabajo con la clavadora neumática (bajando la superficie a clavar o elevando al trabajador con escalerilla) se encontró que el riesgo en salud disminuyo con respecto al riesgo en salud del uso de la herramienta convencional martillo (pasaría del 24% al 16%, comparada con el 21% del martillo), pero aún se mantendría la categoría de riesgo en salud en nivel medio.

El costo de clavadora neumática (desde 40 euros) es 10 veces más que el de un martillo convencional (4 euros), pero este se justifica por el aumento significativo de la productividad y la disminución del riesgo en salud del trabajador. Tiene la limitación de necesitar contar con puntos de aire comprimido, pero esto se puede reemplazar por una clavadora eléctrica recargable.

Cursograma para actividad clavado de puntillas con martillo tradicional

Diagrama nº 01	Hoja nº 1	Artículos: Tareas manuales de mantenimiento				Códigos:			
Creado por:	fecha	Resumen							
Revisado por:	fecha	Actividades:	T. actuales	T previsto	Delta	Hac. Actuales	Hac prev	Delta	Notas
Descripción operaciones:	PUNTILLA CON MARTILLO	Operaciones	8			0			
		Transporte	0			0			
		Espera	0			0			
		Control	0			0			
		Depósito	0			0			
		Totales	8	0	0	0	0	0	

Descripción componentes del flujo principal:	Actividad: tiempos y acciones técnicas artro dx										Notas
	operaciones		transporte		espera		control		depósito		
	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	
1 Alistar material para realizar la actividad: pieza de madera, puntilla y martillo											
2 Ubicación de pieza de madera en banco de trabajo											
3 Alistar y portar los elementos de protección personal requeridos para el											
4 Ubicar puntilla en pieza de madera	0,95										
5 Clavar puntilla en pieza de madera con martillo	7,05										
6											
7											
8											
9											
10											
Total de: 0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

% de actividad/tiempo ciclo 100 0

TIEMPO POR PRESTAMO 8 SEG.

PRODUCTIVIDAD MÁXIMA 450,0 ACTIVIDADES EN UNA HORA

en 7,5 horas (Toda la jornada laboral en el maximo de un trabajador)
3375 Actividades diariamente

Relación con Check List OCRA:

MANO DERECHA RIESGO ELEVADO CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR
MANO IZQUIERDA RIESGO MUY LEVE CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR

Cursograma para actividad clavado de puntillas con clavadora neumática

Diagrama nº 02	Hoja nº 1	Artículos: Tareas manuales de mantenimiento				Códigos:				
Creado por:	fecha	Resumen								
Revisado por:	fecha	Actividades:	T. actuales	T previsto	Delta	Hac. Actuales	Hac prev.	Delta	Notas	
Descripción operaciones:	PUNTILLA CON CLAVADORA NEUMÁTICA	Operaciones	1			0				
		Transporte	0			0				
		Espera	0			0				
		Control	0			0				
		Depósito	0			0				
		Totales	1	0	0	0	0	0		

Descripción componentes del flujo principal:	Actividad: tiempos y acciones técnicas artro dx										Notas
	operaciones		transporte		espera		control		depósito		
	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	
1 Alistar material para realizar la actividad: pieza de madera, puntilla y clavador neumático de puntilla											
2 Ubicación de pieza de madera en banco de trabajo y conexión de clavador neumático de puntilla a red de aire											
3 Alistar y portar los elementos de protección personal requeridos para el	0										
4 Clavar puntilla en pieza de madera con CLAVADOR Neumático	1										
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Total de: 0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

% de actividad/tiempo ciclo 100 0

TIEMPO POR PRESTAMO 1 SEG.

PRODUCTIVIDAD MÁXIMA 3600,0 ACTIVIDADES EN UNA HORA

en 7,5 horas (Toda la jornada laboral en el maximo de un trabajador)
27000 Actividades diariamente

Relación con Check List OCRA:

MANO DERECHA: RIESGO ELEVADO CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR
MANO IZQUIERDA: RIESGO ACEPTABLE CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR

Atornillar – desatornillar:

Con esta tarea y las herramientas a comparar, se inició de un supuesto de que la herramienta convencional, en este caso el destornillador, presentaba una alta carga ergonómica por el uso de fuerza, el movimiento repetitivo de pronosupinación del antebrazo sobre el tornillo y por la postura del hombro para alinear el destornillador al tornillo, en cambio el atornillador neumático, mejoraba el factor de fuerza, movimiento y postura aunque agregaba al factor vibración, y efectivamente en la valoración ergonómica del riesgo en salud (checklist OCRA) el resultado fue a favor sobre la herramienta innovadora, pues disminuyo el riesgo de elevado a leve. Adicionalmente, la productividad de la herramienta innovadora aumento ampliamente a la convencional (un 600%).

El costo del atornillador neumático (desde 68 euros) es 6 veces más que el de un destornillador convencional (11 euros), pero este se justifica por el aumento significativo de la productividad y la disminución significativa del riesgo en salud del trabajador. Tiene la limitación de necesitar contar con puntos de aire comprimido, pero esto se puede reemplazar por un atornillador eléctrico recargable.

Cursograma para actividad atornillador desatornillador con atornillador tradicional

Diagrama nº 03	Hoja nº 1	Artículos: Tareas manuales de mantenimiento				Códigos:			
Creado por:	fecha	Resumen							
Revisado por:	fecha	Actividades:	T. actuales	T previsto	Delta	Hac. Actuales	Hac prev.	Delta	Notas
Descripción operaciones:	TORNILLO) Y DESATORNILLAR (DESENROSCAR TORNILLO) CON ATORNILLADOR	Operaciones	60			0			
		Transporte	0			0			
		Espera	0			0			
		Control	0			0			
		Depósito	0			0			
		Totales	60	0	0	0	0	0	

Descripción componentes del flujo principal:	Actividad: tiempos y acciones técnicas artro dx										Notas
	operaciones		transporte		espera		control		depósito		
	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	
1 Alistar material para realizar la actividad: pieza de madera, Tornillo y atornillador manual											
2 Ubicación de pieza de madera en banco de trabajo											
3 Alistar y portar los elementos de protección personal requeridos para el											
4 Ubicar tornillo en atornillador y pieza de madera	2										
5 Enroscar tornillo en pieza de madera	30										
6 Desenroscar tornillo en pieza de madera	20										
7											
8											
9											
10											
Total de: 0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

% de actividad/tiempo ciclo 100 0

TIEMPO POR PRESTAMO 60 SEG.

PRODUCTIVIDAD MÁXIMA 60,0 ACTIVIDADES EN UNA HORA

en 7,5 horas (Toda la jornada laboral en el maximo de un trabajador)
450 Actividades diariamente

Relación con Check List OCRA:

MANO DERECHA — RIESGO ELEVADO CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR
MANO IZQUIERDA — RIESGO ELEVADO CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR

Cursograma para actividad atornillador desatornillador con atornillador neumático

Diagrama nº 04	Hoja nº 1	Artículos: Tareas manuales de mantenimiento				Códigos:				
Creado por:	fecha	Resumen								
Revisado por:	fecha	Actividades:	T. actuales	T. previsto	Delta	Hac. Actuales	Hac. prev.	Delta	Notas	
Descripción operaciones:	ATORNILLAR (ENROSCAR TORNILLO) Y DESATORNILLAR (DESENROSCAR TORNILLO) CON ATORNILLADOR NEUMÁTICO	Operaciones	9			0				
		Transporte	0			0				
		Espera	0			0				
		Control	0			0				
		Depósito	0			0				
		Totales	9	0	0	0	0	0		

Descripción componentes del flujo principal:	Actividad: tiempos y acciones técnicas artro dx										Notas
	operaciones		transporte		espera		control		depósito		
	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	
1 Alistar material para realizar la actividad: pieza de madera, Tornillo y atornillador neumático											
2 Ubicación de pieza de madera en banco de trabajo											
3 Alistar y portar los elementos de protección personal requeridos para el											
4 Acomodar tornillo con atornillador neumático en pieza de madera	2,1										
5 Activar botón para realizar el atornillado	2,2										
6 Rota palanca para activar modo desatornillador	3										
7 Activar botón para realizar el desatornillado	1,7										
8											
9											
10											
Total de: 0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
% de actividad/tiempo ciclo	100		0								

TIEMPO POR PRESTAMO 9 SEG.

PRODUCTIVIDAD MÁXIMA 400,0 ACTIVIDADES EN UNA HORA

en 7,5 horas (Toda la jornada laboral en el maximo de un trabajador)
3000 Actividades diariamente

Relación con Check List OCRA:

MANO DERECHA RIESGO LEVE CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR
MANO IZQUIERDA RIESGO LEVE CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR

Agarre - torsión - corte simples:

Con esta tarea y las herramientas a comparar, se inició de un supuesto de que la herramienta convencional, en este caso la pinza convencional, presentaba una alta carga ergonómica por el uso de fuerza, el movimiento repetitivo de pronosupinación del antebrazo por el objetivo de la tarea, por la postura del hombro para alinear la herramienta con el acceso a elemento a intervenir, pero sobre todo por la postura de la mano-muñeca y la fuerza en el agarre de la herramienta convencional; en cambio se consideró que el uso de la pinza "ergonómica" mejoraba el factor de postura de la mano-muñeca y la fuerza de agarre pues la herramienta innovadora tiene elementos que bloquean el agarre en posición cerrada, y, efectivamente en la valoración ergonómica del riesgo en salud (checklist OCRA) el resultado fue a favor sobre la herramienta innovadora, pues disminuyo el riesgo en salud de la tarea (de 33% a 23%), sin embargo la categoría se mantuvo en nivel elevado. Como era de esperarse, la productividad de la herramienta innovadora fue exactamente igual a la convencional.

En un escenario hipotético, al corregir el factor postura del hombro modificando la altura del plano de trabajo con ambas herramientas (bajando la superficie a intervenir o elevando al trabajador con escalerilla) se encontró que el riesgo en salud de utilizar la pinza convencional disminuyo (pasaría del 33% al 24%) aunque se mantiene en riesgo en salud nivel elevado; así mismo, el riesgo en salud del uso de la pinza ergonómica disminuyó (pasaría del 23% al 15%) mejorando la categoría de riesgo en salud de nivel elevado a medio, a favor de la herramienta innovadora.

El costo de la pinza ergonómica (177 euros) es 7 veces más que el de una pinza convencional (13 euros), pero este se justifica por la disminución del riesgo en salud del trabajador.

Cursograma para actividad agarre, torsión y corte con pinza tradicional

Diagrama nº 05	Hoja nº 1	Artículos: Tareas manuales de mantenimiento				Códigos:			
Creado por:	fecha	Resumen							
Revisado por:	fecha	Actividades:	T. actuales	T. previsto	Delta	Hac. Actuales	Hac.prev.	Delta	Notas
Descripción operaciones:	GIRAR Y DOBLAR PIEZA FRONTAL EN ÁREA DEFINIDA CON PINZA TRADICIONAL	Operaciones	7			0			
		Transporte	0			0			
		Espera	0			0			
		Control	0			0			
		Depósito	0			0			
		Totales	7	0	0	0	0	0	

Descripción componentes del flujo principal:	Actividad: tiempos y acciones técnicas artro dx										Notas
	operaciones		transporte		espera		control		depósito		
	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	
1 Alistar material para realizar la actividad: caja metálica con lámina interna y pinza tradicional											
2 Ubicación de caja metálica en banco de trabajo											
3 Alistar y portar los elementos de protección personal requeridos para el personal											
4 Ubicar pinza en lámina dentro de caja	1,1										
5 Doblar lámina con pinza	6,9										
6											
7											
8											
9											
10											
Total de: 0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
% de actividad/tiempo ciclo	100		0								

TIEMPO POR PRESTAMO 7 SEG.

PRODUCTIVIDAD MÁXIMA 514,3 ACTIVIDADES EN UNA HORA

en 7,5 horas (Toda la jornada laboral en el maximo de un trabajador)
3857,14 Actividades diariamente

Relación con Check List OCRA:

MANO DERECHA — RIESGO ELEVADO CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR
MANO IZQUIERDA — RIESGO MUY LEVE CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR

Cursograma para actividad agarre, torsión y corte con pinza “ergonómica” tipo pelican

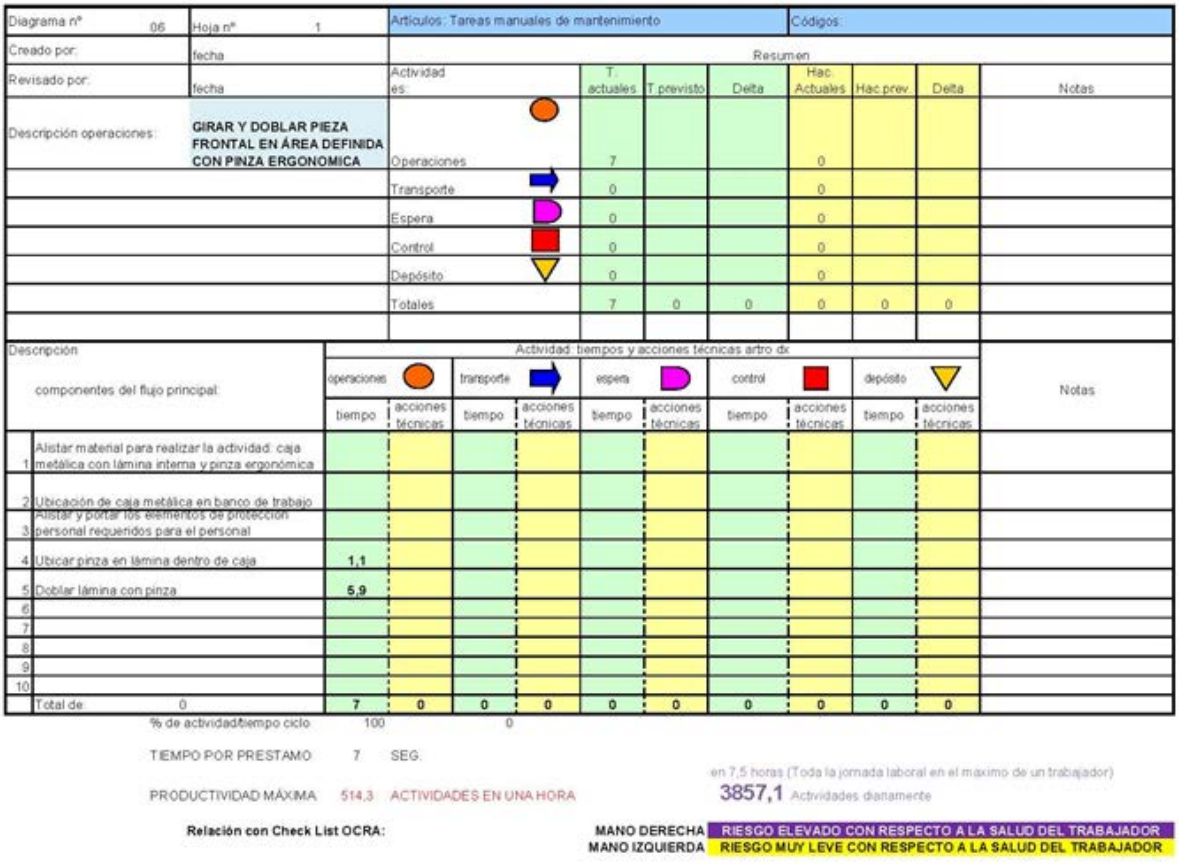


Diagrama nº 06	Hoja nº 1	Artículos: Tareas manuales de mantenimiento				Códigos:			
Creado por:	fecha	Resumen							
Revisado por:	fecha	Actividades:	T. actuales	T. previsto	Delta	Hac. Actuales	Hac. prev.	Delta	Notas
Descripción operaciones:	GIRAR Y DOBLAR PIEZA FRONTAL EN ÁREA DEFINIDA CON PINZA ERGONOMICA	Operaciones	7			0			
		Transporte	0			0			
		Espera	0			0			
		Control	0			0			
		Depósito	0			0			
		Totales	7	0	0	0	0	0	

Descripción componentes del flujo principal		Actividad: tiempos y acciones técnicas artro dx										Notas
		operaciones		transporte		espera		control		depósito		
		tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	tiempo	acciones técnicas	
1	Alistar material para realizar la actividad: caja metálica con lámina interna y pinza ergonómica											
2	Ubicación de caja metálica en banco de trabajo											
3	Alistar y portar los elementos de protección personal requeridos para el personal											
4	Ubicar pinza en lámina dentro de caja	1,1										
5	Doblar lámina con pinza	5,9										
6												
7												
8												
9												
10												
	Total de 0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	% de actividad/tiempo ciclo	100		0								

TIEMPO POR PRESTAMO 7 SEG.

PRODUCTIVIDAD MÁXIMA 514,3 ACTIVIDADES EN UNA HORA

en 7,5 horas (Toda la jornada laboral en el maximo de un trabajador)
3857,1 Actividades diariamente

Relación con Check List OCRA:

MANO DERECHA RIESGO ELEVADO CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR
MANO IZQUIERDA RIESGO MUY LEVE CON RESPECTO A LA SALUD DEL TRABAJADOR

CONCLUSIONES

Las herramientas manuales parecen tan sencillas que a veces se olvidan las graves consecuencias que un diseño, fabricación, elección o utilización incorrectos pueden tener sobre la seguridad y salud del trabajador.

Las herramientas manuales se emplean en prácticamente todos los sectores y actividades, así que el número de trabajadores expuestos a los riesgos relacionados con el uso de herramientas es muy elevado.

Las herramientas innovadoras pueden mejorar la productividad de la tarea, pero no necesariamente disminuyen el riesgo para la salud del trabajador, sino se interviene la postura de uso de la herramienta convencional.

El costo de las herramientas innovadoras es justificable puesto que disminuye el riesgo en salud de los trabajadores y aumenta la productividad.

AGRADECIMIENTOS

El apoyo de Colmena Seguros en el fomento a la formulación y ejecución de proyectos que beneficien el bienestar de los trabajadores ha sido indispensable para el planteamiento y desarrollo de intervenciones innovadoras y mejoradas en el ámbito laboral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FANTI, M.Check list OCRA y Cursograma – Ergonomía y organización del trabajo. Italia, 2016
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA. Método OCRA: Evaluación del riesgo asociado a movimientos repetitivos. Barcelona, España.
- Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculoesqueléticos (DME) relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Sindrome de Túnel Carpiano,

Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain (GATI- DME). Ministerio de la Protección Social, Colombia, 2006.

- Guia de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hombro Doloroso (GATI- HD) relacionado con Factores de Riesgo en el Trabajo. Ministerio de la Protección Social, Colombia, 2006.
- Herramientas manuales: criterios ergonómicos y de seguridad para su selección. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Madrid, diciembre 2016.

PROCESO DE TRABAJO DEL ENFERMERO DE LA ESTRATEGIA SALUD DE LA FAMILIA EN LA PERSPECTIVA DE LA SALUD DEL TRABAJADOR

RESUMEN / ABSTRACT

EL ESTUDIO TIENE COMO OBJETO EL PROCESO DE TRABAJO DEL ENFERMERO DE LA ESTRATEGIA SALUD DE LA FAMILIA EN LA PERSPECTIVA DE LA SALUD DEL TRABAJADOR. OBJETIVOS: DESCREVER EL CONTEXTO DE TRABAJO Y COSTO HUMANO DE LOS ENFERMEROS EN LA ESTRATEGIA SALUD DE LA FAMILIA; IDENTIFICAR LA PREVALENCIA DE ADOECIMIENTO ENTRE ENFERMEROS QUE ACTUAN EN LA ESTRATEGIA SALUD DE LA FAMILIA; ANALIZAR LA CORRELACIÓN ENTRE EL ADOECIMIENTO, EL CONTEXTO DE TRABAJO Y EL COSTO HUMANO EN EL TRABAJO DE LOS ENFERMEROS . ESTUDIO DE ENFOQUE CUANTITATIVO. LOCAL DE ESTUDIO: LAS UNIDADES BÁSICAS DE SALUD DEL ÁREA DE PLANIFICACIÓN AP. 1.0 Y AP 2.2 DEL MUNICIPIO DEL RÍO DE JANEIRO. DESPUÉS DE APROBACIÓN DEL COMITE DE ÉTICA Y BÚSQUEDA EEAN / HESFA bajo CAAE nº 70680117.2.0000.5238 Y DEL COMITE DE ÉTICA E INVESTIGACIÓN DE LA SECRETARIA MUNICIPAL DE SALUD DEL RJ CAAE nº 70680117.2.3001.5279. SE UTILIZÓ UNA ENCUESTA SOBRE EL TEMA DE LA SALUD E SY UTILIZARAM LAS ESCALAS EADRT, ECTH, EACT, QUE PRESTÁN ATENCIÓN A LOS OBJETIVOSDEL ESTUDIO. LAS VARIABLES CON SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA FUERA: SFAIXA ETARIA (DE 25 A 30 AÑOS CON 51,3%); ESTADO CIVIL (SOLTERO CON 55,2%); NÚMERO DE HIJOS (NINGÚN COM 64,7%); RENTA FAMILIAR (ENTRE 6 Y 8 SALARIOS MÍNIMOS Y ARRIBA DE 8 SALARIOS MÍNIMOS, AMBOS CON 40,5%); VIVIENDA (PROPIA CON 51,7%). PROTOCOLO DE EADRT TENEMOS QUE LA MÁS PREVALENTE FUE POSITIVA / SOPORTABLE CON 68,4%, EN EL PROTOCOLO DE EACT LA CLASIFICACIÓN FUE MODERADA / CRÍTICA CON 90,5%. EN EL PROTOCOLO DE ECHT LA CATEGORÍA FUE LA MODERADA / CRÍTICA, CON 59,0%. SE CONCLUYE QUE EXISTE RIESGO DE ENFERMEDAD ENTRE LOS ENFERMEROS ESTUDIADOS, SIENDO NECESARIO MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y ACCIONES QUE MEJOREN EL PROCESSO DE TRABAJO DE ESOS PROFESIONALES.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

saúde do trabalhador
processo de trabalho
custo humano

AUTORES / AUTHORS

Sheila Nascimento Pereira de Farias
Universidade Federal do Rio de Janeiro
sheilaguadagnini@gmail.com
Célia Regina da Silva Medeiros
Universidade Federal do Rio de Janeiro
celiamedeiros@globo.com

INTRODUCCIÓN

La investigación tuvo como objeto la enfermedad en el proceso de trabajo del enfermero de la Estrategia Salud de la Familia en la perspectiva de la salud del trabajador. La organización del proceso de trabajo a lo largo de los años pasó a priorizar la agilidad al desarrollar las actividades y el aumento de la producción. Así el ambiente de trabajo se transformó en proveedor de nuevos riesgos ocupacionales y enfermedades profesionales. El estudio tuvo como objetivos: identificar la prevalencia de enfermedad entre enfermeros que actúan en la Estrategia Salud de la Familia; analizar la asociación entre la enfermedad y el perfil sociodemográfico de los enfermeros de la Estrategia Salud de la Familia.

METODOLOGÍA

Estudio epidemiológico con 117 enfermeros, realizado en unidades básicas de salud de las AP 1.0 y 2.2 del municipio de Río de Janeiro. La recolección de datos se realizó entre los meses de enero y abril de 2018. Para la recolección de datos se utilizó un cuestionario para caracterización sociodemográfica y la Escala de Evaluación de los Daños Relacionados al Trabajo - EADRT. Siendo ésta compuesta por tres factores: daños físicos, psicológicos y sociales. La escala es de 7 puntos, y objetiva evaluar en los últimos tres meses los daños provocados por el trabajo. En el caso de que se produzca un cambio en la calidad de la información, se debe tener en cuenta que, El primer factor es daño físico, definido como dolores en el cuerpo y disturbios biológicos con 12 ítems (dolores en el cuerpo, dolores en los brazos, dolor de cabeza, disturbios respiratorios, disturbios digestivos, dolor de espalda, disturbios auditivos, alteraciones del apetito, disturbios en el cuerpo visión, cambios en el sueño, dolor en las piernas, trastornos circulatorios). El segundo factor es daño psicológico, sentimientos negativos en relación a sí mismo ya la vida en general, estando compuesto por 10 ítems (amargura, sensación de vacío, sentimiento de desamparo, mal humor, voluntad de desistir de todo, tristeza, irritación con todo, sensación de abandono, duda sobre la capacidad de hacer las tareas, soledad). El tercer factor es daño social, definido como aislamiento y dificultades en las relaciones familiares y sociales con 7 ítems (insensibilidad hacia los colegas, dificultades en las relaciones fuera del trabajo, voluntad de quedarse solo, conflicto en las relaciones familiares, agresividad con los demás, dificultad con los amigos, impaciencia con las personas en general). Así los resultados se clasifican en cuatro niveles: por encima de 4,1 = evaluación más negativa, presencia de enfermedades ocupacionales; entre 3,1 y 4,0 = evaluación moderada para frecuente, grave; entre 2,0 y 3,0 = evaluación moderada, crítica; por debajo de 1,9 - evaluación más positiva, soportable. Los datos fueron organizados, procesados y analizados con la ayuda del programa Statistical Package for the Social Science (SPSS), versión 21.0. La recolección de datos ocurrió entre los meses de enero y abril de 2018, después de la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Escuela de Enfermería Anna Nery - Instituto de Atención a la salud San Francisco de Asís (EEAN / HESFA) bajo CAAE nº 70680117.2.0000.5238 y con la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la institución coparticipante, Secretaría Municipal de Salud de Río de Janeiro bajo CAAE nº 70680117.2.3001.5279.

RESULTADOS

Las variables con significancia estadística fueron: Rango Etario (De 25 a 30 años con 51,3%); Estado civil (Soltero con 55,2%); Número de hijos (Ninguno con 64,7%); Renta familiar (Entre 6 y 8 salarios mínimos y por encima de 8 salarios mínimos, ambos con el 40,5%); Tipo de vivienda (Propia con el 51,7%). Grado de escolaridad (Postgrado Lato Sensu con 50,9%); Especialización en Salud de la Familia (No con 71,6%); Tuvo entrenamiento (Sí con el 95,7%); Cuanto tiempo de entrenamiento (Entre 1 y 3 meses con 76,4%). Cargo actual (Enfermero con 89,7%); Tiempo de servicio en la institución (Entre 1 y 3 años con 48,2%); Carga horaria de trabajo (40 horas / sin el 64,3%); (Ninguno con 71,6%) y ya sufrió algún accidente de trabajo (Ninguno con 94,8%). En las asociaciones, se identificaron como factores asociados a la enfermedad en enfermeros: tiempo de entrenamiento en la ESF, alejamientos por enfermedad relacionada al trabajo. Y en los Daños Relacionados al Trabajo, los Daños Físicos fueron los que más contribuyen a la enfermedad de los enfermeros. Se resalta que la clasificación crítica en la mayoría de los ítems de la muestra debe ser considerada como preocupante, reforzando la necesidad de intervenciones de promoción de la salud y prevención de enfermas junto a este grupo de trabajadores.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En los enfermeros de las unidades básicas de salud se verificó una predominancia del sexo femenino en la muestra estudiada (56%, n = 65), lo que se observa en la propia formación histórica de la enfermería (SOUZA, 2017). Que se asemeja a los hallazgos de investigación realizada, que analizó el perfil de la enfermería en Brasil y demuestra que, aun habiendo la presencia creciente de hombres, todavía hay predominio del sexo femenino en la profesión (MACHADO et al., 2015). El grupo de edad predominante fue de 25 a 30 años (51,3%, n = 59). Demostrando que los hallazgos van al encuentro del perfil de la enfermería brasileña al concluir que los trabajadores de enfermería poseen hasta treinta años, traduciéndose en un equipo de enfermeros relativamente joven (MACHADO et al., 2015). En cuanto a la situación conyugal el mayor estrato era de enfermeros solteros (55,2%, n = 64) y no que tenían hijos (64,7%, n = 77). Lo que se justifica por el grupo de edad joven encontrado en la muestra. Las variables de renta familiar apuntan a la predominancia de renta por encima de 6 salarios mínimos (40,5%, n = 47, entre 6 y 8 salarios mínimos y 40,5%, n = 47, por encima de 8 salarios mínimos). Más de la mitad de los enfermeros (51,7%, n = 60), tienen una vivienda propia. En cuanto al nivel de escolaridad gran parte tenía post grado lato sensu (50,9%, n = 59). La investigación realizada con cirujanos dentistas reveló que los propios profesionales consideran indispensable tener algún posgrado para tener mejor oportunidad de ser valorado en el mercado de trabajo. El mejor desarrollo del equipo de enfermería es uno de los factores que puede asegurar la calidad del servicio al cliente y la supervivencia de la institución en este escenario de cambios y competitividad (GOMES, et al., 2014). En este sentido, los autores señalan que, para la maduración de determinada área del conocimiento científico, es necesaria la formación cuantitativa y cualitativa de recursos humanos especializados, y los cursos de postgrado desempeñan un papel estratégico en ese proceso. En relación a la especialización en salud de la familia, se constató que la mayoría no poseía (71,6%, n = 83). Prácticamente todos los enfermeros respondieron haber tenido entrenamiento para actuar en la estrategia salud de la familia (95,7%, n = 111). Siendo la mayoría con tiempo de entrenamiento entre 1 y 3 meses (76,4%, n = 84). En relación al cargo actual, la mayoría actúa como enfermero y no como gerente (89,7%, n = 104). Todos los enfermeros de esa muestra trabajaban sobre el régimen CLT. Además de las atribuciones y competencias inherentes a la profesión, descritas en la Ley no 7.498, de 25 de junio de 1986, que dispone sobre el ejercicio de la Enfermería, y da otras providencias, el manejo de enfermería se entiende como una de las dimensiones del proceso de trabajo (por ejemplo, en el caso de las mujeres, en el caso de las mujeres, en el caso de las mujeres. El tiempo de trabajo puede proporcionar la interacción entre profesional y ambiente, ayudando en el proceso de trabajo. Además, es proporcional a la exposición de los trabajadores a los factores de riesgo físico, biológico, ergonómico, psicosocial y químico, o sea, aspectos esenciales en la salud del trabajador y en su satisfacción con el trabajo. La carga horaria de trabajo semanal más frecuente fue de 40 horas (64,3%, n = 72), La mayoría de los participantes de este estudio respondieron que no habían abandonado el trabajo por motivos de salud (71,8%, n = 83) y la mayoría no sufrió accidentes de trabajo durante su actuación en la estrategia sanitaria de la familia (94,8%, n = 110). A pesar de la prevalencia de personas que no se alejaron, ese dato necesita ser considerado en el levantamiento de informaciones junto al Servicio de Salud del Trabajador de las instituciones investigadas, para identificar la causa del alejamiento y cuáles recursos pueden ser utilizados con miras a ofrecer al trabajador un ambiente que promueve su salud, la satisfacción profesional, y contribuya a la reducción del cuantitativo de alejadas (SANTOS et al., 2017). En cuanto a la asociación de las variables sociodemográficas y la enfermedad con los dominios de la EADRT, es posible destacar que enfermeras del sexo femenino están expuestas al enfermo tanto en los daños físicos, sociales y psicológicos. La polivalencia en el trabajo femenino sumada a las condiciones de trabajo en el ambiente hospitalario ocasionan alteraciones en la salud que no siempre pueden ser mensurables, como enfermedad o accidentes. Las quejas de salud relacionadas al aparato osteomuscular es una de las mayores causas de sufrimiento en las trabajadoras y está relacionado con la fragilidad biológica y su inserción en el mundo del trabajo (RODRIGUES, 2013). Ante los datos presentados, se evidenció el predominio del enfermo para los Daños Físicos entre los enfermeros de la estrategia salud de la familia. Los daños físicos son los que más contribuyen a la enfermedad con valores significativos en todas las variables. A pesar de que en este estudio predominan los enfermeros que no estaban en enfermedad de Daño Social relacionados con el trabajo, es necesario considerar la parcela de trabajadores en enfermedad en este factor, lo que puede remitir a la presencia de relaciones socioprofesionales perjudicadas, así como a la no adaptación al trabajo. En este estudio las variables no presentaron asociación significativa con la enfermedad (p> 0,05).

CONCLUSIONES

Las contradicciones existentes en el proceso de trabajo históricamente fueron atenuadas por el Estado que, por reconocer la necesidad del trabajo y las condiciones precarias en que muchas veces se ejerce, establece mecanismos legales que regulan las relaciones entre empleadores y trabajadores, inclusive con leyes de protección al trabajador, con directrices específicas para la protección de su salud. Uno de los posibles efectos negativos del trabajo es la enfermedad del trabajador, provocada por el cansancio, por la tarea repetitiva, por el uso excesivo de determinadas partes del cuerpo, por las tensiones y presiones resultantes de las relaciones de trabajo, que, a lo largo del tiempo puede producir consecuencias graves para él o para otros, principalmente si la acción desarrollada ocurre en el cuerpo del consumidor o puede poner su propia vida en riesgo, como es el caso del trabajador de la salud y de la Enfermería.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos: A todos los profesionales que participaron del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GOMES, D. et al. Satisfacción y sufrimiento en el trabajo del cirujano-dentista. RFOUPF, Paso Fundo, v. 15, n. 2, p. 104-110, 2014.

2. GONÇALVES, M. R. C. B .; SPIRI, W. C .; ORTOLAN, E. V. Comprensión de los enfermeros gerentes sobre el proceso de enfermería. Cienc Cuid Salud. v. 15, n. 2, p. 336-342, 2016.

3. MACHADO, M. H. et al. Características generales de la enfermería: el perfil socio demográfico. Enferm Foco, v. 6, n. 1, p. 11-17, 2015.

4. RODRIGUES, B.C. et al. Limitaciones y consecuencias en la vida del trabajador ocasionadas por enfermedades relacionadas con el trabajo. Rev RENE. 2013; 14 (2): 448-57.

5. SANTOS, J. L. G. D. et al. Entorno de trabajo del enfermero en un servicio hospitalario de emergencia.Revista de la Red de Enfermería del Nordeste, v. 18, n. 2, 2017.

6. SOUZA, N. V. D. O.et al. Influencia del neoliberalismo en la organización y proceso de trabajo hospitalario de enfermería. Rev. Bras. Enfermedad, Brasilia, v. 70, n. 5, p. 912- 919, 2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0092>

Implementación de Programa de Protección Civil en las escuelas del Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional (IPN)

RESUMEN / ABSTRACT

El IPN nace con una clara idea del General Lázaro Cárdenas del Rio de formar los profesionistas que el país demandaba y que actualmente sigue requiriendo, es líder en el área tecnológica con un liderazgo innegable que busca coadyuvar en la solución de los problemas de México, no podemos perder de vista el grado de indefensión ante los embates de la naturaleza y también propiciados por los errores y/o negligencia humana, cualquiera que sea el origen debemos estar preparados ante las situaciones imprevistas que se presenten y en nuestro país nuevamente tuvimos muy graves consecuencias por los dos sismos el del 7 y 19 de Septiembre de 2017, el primero, el terremoto de Chiapas de 2017 tuvo una magnitud de 8,2, el reporte de un total de 80.508 viviendas afectadas, se confirmó que 58 personas murieron: 45 en Oaxaca, 10 en Chiapas y 3 en Tabasco. Antes, el presidente Enrique Peña Nieto señaló que hay más de 200 heridos.

Por otra parte, 369 personas murieron como consecuencia del sismo del 19 de septiembre de 2017. La Ciudad de México fue la más afectada con 228 víctimas mortales.

Esta es una muestra del impacto los sismos y nuevamente se percibió la poca preparación para poder actuar adecuadamente ante la furia de la naturaleza, nuestro planeta al estar vivo seguirá presentando este tipo de incidentes y cada año somos más los pobladores del mundo, el estimado de la población mundial supera los 7 500 millones de habitantes y seguimos creciendo, por lo que es urgente la Implementación de Programas de Protección Civil en las escuelas del Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Prevención de riesgos laborales
Sismos
Programa de Protección Civil

AUTORES / AUTHORS

Gumersindo David Fariña López
Instituto Politécnico Nacional.Cecyt No. 7 “Cuauhtémoc”
dafarina@hotmail.com
Silvia Ochoa Ayala
Instituto Politécnico Nacional.Cecyt No. 7 “Cuauhtémoc”
zirahuen07@hotmail.com
Adrián Luna Hernández
Instituto Politécnico Nacional.Cecyt No. 7 “Cuauhtémoc”
adrianlhz@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

¿Qué es la Protección Civil?

“Es el servicio público que resguarda a las personas y bienes garantizando una respuesta apropiada ante los distintos tipos de emergencias y catástrofes producidas por causas naturales o derivadas de la acción humana, sea ésta accidental o intencionada.”

Por ello, concebimos que la Protección Civil es un servicio público que se orienta al estudio y prevención de las situaciones de grave riesgo colectivo, catástrofe, emergencia extraordinaria o calamidad pública en las que pueda peligrar de forma masiva la vida e integridad de las personas y a la propia protección de éstas y sus bienes en los casos en que aquellas situaciones se produzcan.

Este proyecto es fruto de un trabajo de estrecha colaboración, que busca de alguna forma dar cuenta de las nuevas realidades que vive el país y que exigen de parte nuestra, una actitud de prevención y organización ante las contingencias naturales, o de cualquier otro tipo, que puedan afectar la seguridad de la población, en especial, la de la comunidad escolar. Por ello, los exhortamos a organizar en cada centro de trabajo su Comité de Protección Civil y Seguridad Escolar a nivel medio superior y a trabajar en la elaboración de su propio Programa. Tener escuelas seguras es sin duda, la base para construir mejores comunidades y eso nos llevará de la mano a elevar la calidad del proceso educativo.

En una situación de contingencia, el auxilio a la población debe constituirse en una función prioritaria de la protección civil, por lo que las instancias de coordinación deberán proceder en forma conjunta y ordenada.

Con el objetivo de iniciar con las actividades de auxilio en caso de emergencia, la primera autoridad que tenga conocimiento de éste evento de riesgo, deberá actuar con inmediata atención en la prestación de ayuda a las personas afectadas además de comunicar lo acontecido, tan pronto como sea posible a las instancias especializadas de protección civil.

Este programa de protección civil está basado en tres etapas:

1. Mantener actualizadas y unificadas la capacitación y la formación en Protección Civil en el Nivel Medio Superior en el Instituto Politécnico Nacional, para que el esfuerzo realizado por todos los centros de formación esté coordinado y dirigido a objetivos comunes establecidos.

1. Cada Unidad Académica de Nivel Medio Superior (CECyTs) deberá tener la capacidad de actuar como centro de referencia en capacitación para la protección civil.

1. Cooperar con los sistemas públicos de capacitación en protección civil de otros países, particularmente Estados Unidos, Centroamérica, el Caribe y Sudamérica, para fortalecer su planificación, prevención y capacidad de respuesta en una emergencia.

La primera instancia de actuación especializada, corresponde a las autoridades dentro de la unidad académica que haya identificado la situación de emergencia. En caso de que ésta supere su capacidad de respuesta, acudirá a la instancia local/estatal conveniente.

Si ésta resulta insuficiente, se procederá a informar a las instancias federales correspondientes, quienes actuarán de acuerdo con los programas establecidos para el efecto.

La Ciudad de México se encuentra ubicada en una zona altamente sísmica, pero esto no es solamente la principal preocupación de los que habitantes y de los gobernantes, sino además remitiéndonos a un estudio de la: Compañía Suiza de Reaseguros[1] : Por “catástrofe de la naturaleza” se entiende un evento siniestral causado por las fuerzas naturales, que por regla general produce una multitud de daños individuales que afectan a muchos contratos de seguro y, con frecuencia, a varias partes contractuales. La magnitud siniestral de una catástrofe no depende sólo de la intensidad de los fenómenos naturales, sino también de factores en los que interviene el hombre, como formas de construcción o la eficacia de la protección contra catástrofes en la región afectada. En el presente estudio, las catástrofes de la naturaleza están divididas en seis categorías:

- Inundación
- Tempestad
- Terremoto (incluyendo maremotos y tsunamis)
- Sequía, incendios forestales (incluyendo calor)
- Frío, heladas

- Otras (incluyendo granizo y aludes)

La Protección Civil desde sus orígenes busca el cumplimiento de algunas o de todas las tareas humanitarias que se mencionan a continuación, destinadas a proteger a la población contra los peligros de las hostilidades y de las catástrofes y a ayudarla a recuperarse de sus efectos inmediatos, así como a facilitar las condiciones necesarias para su supervivencia. Estas tareas son las siguientes:

I) Servicio de alarma,

II) Evacuación,

III) Habilitación y organización de refugios,

IV) Aplicación de medidas de oscurecimiento,

V) Salvamento,

VI) Servicios sanitarios, incluidos los de primeros auxilios, y asistencia religiosa;

VII) Lucha contra incendios;

VIII) Detección y señalamiento de zonas peligrosas;

IX) Descontaminación y medidas similares de protección;

X) Provisión de alojamiento y abastecimientos de urgencia;

XI) Ayuda en caso de urgencia para el restablecimiento y el mantenimiento del orden en zonas damnificadas;

XII) Medidas de urgencia para el restablecimiento de los servicios públicos indispensables;

XIII) Servicios funerarios de urgencia;

XIV) Asistencia para la preservación de los bienes esenciales para la supervivencia;

XV) Actividades complementarias necesarias para el desempeño de una cualquiera de las tareas mencionadas, incluyendo entre otras cosas la planificación y la organización.

1. Se entiende por organismos de protección civil los establecimientos y otras unidades creados o autorizados por la autoridad competente de una Parte en conflicto para realizar cualquiera de las tareas mencionadas en el apartado a) y destinados y dedicados exclusivamente al desempeño de esas tareas.
2. Se entiende por personal de organismos de protección civil las personas asignadas por una Parte en conflicto exclusivamente al desempeño de las tareas mencionadas en el apartado a), incluido el personal asignado exclusivamente a la administración de esos organismos por la autoridad competente de dicha parte.
3. Se entiende por material de organismos de protección civil el equipo, los suministros y los medios de transporte utilizados por esos organismos en el desempeño de las tareas mencionadas en el apartado a).

Su postulado básico de la protección civil es:

“LA SALVAGUARDA DE LA VIDA DE LAS PERSONAS, SUS BIENES Y EL ENTORNO”

Tan sólo el sismo de 1985 dejó 9,500 muertos y 41,030 millones de pesos en pérdidas materiales; en 2007, los eventos hidrometeorológicos en el sureste de la nación ocasionaron la cifra histórica de 49,417 millones de pesos en daños.

Es así que este programa se preparó para colaborar en la edificación de una cultura de protección civil escolar, específicamente en el Nivel Medio Superior en México.

Dicho programa debe ofrecer la oportunidad de conocer aspectos tanto prácticos, como teóricos sobre el cómo poder identificar riesgos generados por la expresión de fenómenos principalmente geológicos, hidrometeorológicos, socio-organizativos, químico-tecnológicos y sanitario-ecológicos. Asimismo, presenta acciones preventivas y de autoprotección para enfrentarlos y recuperarse de ellos asumiendo actitudes responsables que debemos erigir día a día.

[1]Economice Research&Consulting.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada está basada en el planteamiento de Hernández Sampieri (2014) sobre la investigación de campo, cuya principal particularidad está apoyada en el planteamiento del problema cuantitativo, dicha implementación tiene como meta proveer las directrices y los elementos fundamentales de la investigación, además, resultan claves para entender los resultados de esta.

Para el caso en particular se aplicaron un total de 700 encuestas tanto al personal de apoyo y asistencia a la educación, como a docentes y alumnos, con la intención de poder identificar su grado de conocimiento en materia de Protección Civil.

Dicho instrumento aplicado está integrado por una cuestionario de 10 preguntas tipo Likert, todas ellas de opción múltiple con cinco posibles respuestas.

RESULTADOS

Encuesta del programa de protección civil

Perfil de encuestados

Número total de Encuestados: 700

Estudiantes: 680

Docentes: 10

Administrativos: 10

De los Estudiantes son:

- 458 Alumnos y

- 222 Alumnas

De los Docentes son:

- 9 Profesores

- 1 Profesora

De los Administrativos son:

- 2 Hombres

- 8 Mujeres

Desagregación por género:

-469 Hombres

-231 Mujeres

La Clasificación en Rangos de edad son las Siguientes:

15 Años (196 Personas)

- 116 Alumnos

- 80 Alumnas

16 Años (232 Personas)

- 178 Alumnos

- 54 Alumnas

17 Años (162 Personas)

- 102 Alumnos

- 60 Alumnas

18 a 24 Años (90 Personas)

- 62 Alumnos

- 28 Alumnas

Más de 25 Años (20 Personas)

-11 Hombres

-9 Mujeres

Tablas que muestran los resultados de la encuesta

Tabla 1 que muestra la opinión sobre las actividades de la Protección Civil.

Afirmación	Considerado	Número de Personas que Considera esto	Porcentaje (%)
Como Considera a la Protección Civil	Muy Importante	296	42.28 %
	Importante	292	41.71 %
	Poco Importante	76	10.85 %
	Nada Importante	36	5.14 %
Saber Actuar en caso de un sismo o incendio	Muy Importante	466	66.57 %
	Importante	176	25.14 %
	Poco Importante	58	8.28 %
	Nada Importante	0	0 %
La Familia en general sabe cómo actuar en caso de sismo o incendio	Muy Importante	546	49.42 %
	Importante	282	40.28 %
	Poco Importante	70	10 %
	Nada Importante	2	0.28 %
Recibir un Curso de Protección Civil	Muy Importante	100	14.28 %
	Importante	264	37.71 %
	Poco Importante	256	36.57 %
	Nada Importante	80	11.42 %
Preparar a su familia para saber cómo actuar ante una emergencia	Muy Importante	346	49.42 %
	Importante	224	32 %
	Poco Importante	130	18.57 %
	Nada Importante	0	0 %
Diseñar con los vecinos estrategias de protección Civil	Muy Importante	110	15.71 %
	Importante	232	33.14 %
	Poco Importante	238	34 %
	Nada Importante	120	17.14 %
Tener un curso en un CD o DVD, para estar preparando en casado de emergencia	Muy Importante	68	9.71 %
	Importante	122	17.42 %
	Poco Importante	268	38.28 %
	Nada Importante	242	34.57 %
Saber usar un extintor para disminuir o controlar un Incendio	Muy Importante	302	43.14 %
	Importante	320	45.71 %
	Poco Importante	72	10.28 %
	Nada Importante	6	0.85 %

Tabla 2 que indica la experiencia respecto a algún acontecimiento de riesgo

Pregunta	Respuesta	Personas que respondieron con un:	Porcentaje (%)
¿Ha Estado en una Situación de riesgo por un Sismo, Incendio o Inundación?	Si	304	43.42 %
	No	396	56.57 %

Tabla 3 que muestra los comportamientos posibles ante situaciones de riesgo.

Aseveración	Respuesta	N° Personas que respondieron	Porcentaje (%)
En Caso de empezar a quemarse el bote de basura en mi salón de Clases	Se perfectamente que Hacer	162	23.14 %
	Recuerdo algo de cómo Actuar	370	52.85 %
	Salgo y No Digo a nadie	154	22 %
	Me paralizo y no sé qué Hacer	14	2 %
Si esta en un Lugar en el que empieza a llover Intensamente y después de un rato el agua comienza a subir	Se perfectamente que Hacer	228	32.57 %
	Recuerdo algo de cómo Actuar	350	50 %
	Salgo y No Digo a nadie	62	8.85 %
	Me paralizo y no sé qué Hacer	60	8.57 %
Si se encuentra en un Sitio y comienza un Sismo	Se perfectamente que Hacer	364	52 %
	Recuerdo algo de cómo Actuar	210	30 %
	Salgo y No digo a nadie	80	11.42 %
	Me paralizo y no sé qué Hacer	46	6.57 %
Si presencio un accidente y alguien resulta herido	Se perfectamente que Hacer	228	32.57 %
	Recuerdo algo de cómo Actuar	308	44 %
	Salgo y No Digo a nadie	94	13.42 %
	Me paralizo y no sé qué Hacer	70	10 %

Tabla 4 que muestra los conocimientos relacionados a la Protección civil que los encuestados poseen.

Aseveración	Considerado	Personas que respondieron	Porcentaje (%)
Extintor y Extinguidor significan exactamente lo mismo	Verdadero	478	68.28 %
	Falso	222	31.72 %
Accidentado: Dícese de las personas, sistemas o territorios sobre los cuales actúa un fenómeno, cuyos efectos producen perturbación o Daño	Verdadero	474	67.71 %
	Falso	226	32.29 %
Agente Extintor: sustancia que en estado sólido, liquido o gaseoso, al contacto con el fuego y en la cantidad adecuada	Verdadero	540	77.15 %
	Falso	160	22.85 %
Refugio: Lugar físico destinado a prestar asilo, amparo, alojamiento y resguardo a personas ante la amenaza, inminencia u ocurrencia de fenómeno destructivo	Verdadero	616	88 %
	Falso	84	12 %
Inundación Pluvial: Suelen ser provocados por las lluvias intensas que, la gravedad depende de la región, que se producirá en función de diversos factores meteorológicos	Verdadero	566	80.85 %
	Falso	134	19.15 %
Mapa de Riesgos: nombre que corresponde a un mapa topográfico de escala variable, al cual se le agrega la señalización de un tipo especifico de riesgo, diferenciando las probabilidades alta, media y baja de ocurrencia de un desastre	Verdadero	564	80.57 %
	Falso	136	19.43 %

Tabla 5 que muestra el conocimiento general sobre Protección Civil.

Pregunta	Respuesta	Personas que respondieron	Porcentaje (%)
¿Conoce que es la Protección Civil?	Si	338	48.28 %
	No	362	51.72 %
¿Le interesaría tomar un curso de Protección Civil?	Si	248	35.43 %
	No	452	64.57 %

Tabla 6. La encuesta fue diseñada de tal forma de que una parte se procuró medir el conocimiento mínimo de protección civil al margen del conocimiento que manifestaron los consultados y esta es la tabla correspondiente:

Aseveración	Opciones	Respuesta Correcta	Personas que respondieron con un:	Porcentaje (%)
Extintor y Extinguidor significan exactamente lo mismo	Verdadero		478	68.28 %
	Falso	X	222	31.72 %
Accidentado: Dícese de las personas, sistemas o territorios sobre los cuales actúa un fenómeno, cuyos efectos producen perturbación o Daño.	Verdadero		474	67.71 %
	Falso	X	226	32.29 %
Agente Extintor: sustancia que en estado sólido, liquido o gaseoso, al contacto con el fuego y en la cantidad adecuada	Verdadero	X	540	77.15 %
	Falso		160	22.85 %
Refugio: Lugar físico destinado a prestar asilo, amparo, alojamiento y resguardo a personas ante la amenaza, inminencia u ocurrencia de fenómeno destructivo	Verdadero	X	616	88 %
	Falso		84	12 %
Inundación Pluvial: Suelen ser provocados por las lluvias intensas que, la gravedad depende de la región, que se producirá en función de diversos factores meteorológicos	Verdadero		566	80.85 %
	Falso	X	134	19.15 %
Mapa de Riesgos: nombre que corresponde a un mapa topográfico de escala variable, al cual se le agrega la señalización de un tipo específico de riesgo, diferenciando las probabilidades alta, media y baja de ocurrencia de un desastre	Verdadero	X	564	80.57 %
	Falso		136	19.43 %

En el primer reactivo un 31.72 % contesto correctamente.

En el segundo reactivo un 32.29 % contesto correctamente.

En el tercer reactivo un 77.15 % contesto correctamente.

En el cuarto reactivo un 88 % contesto correctamente.

En el quinto reactivo un 19.15 % contesto correctamente.

En el sexto reactivo un 80.57 % contesto correctamente.

Lo que nos da un promedio de 54.81 %

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Pese a los esfuerzos realizados para crear la red de protección civil en las escuelas de nivel medio superior del Instituto Politécnico Nacional, aún falta mucho camino por recorrer, la organización y la logística de tal proyecto es una enorme tarea.

Los resultados más significativos que se han obtenido se tenemos identificados en los siguientes rubros:

- Actualización, verificación y presentación de reportes sobre el estado del equipo necesario para la contención de emergencias: extintores, hidrantes, equipo médico, etc.
- Verificar el estado de las instalaciones después de alguna contingencia (sismo o inundación) e informar si pueden ocuparse.
- Solicitudes a especialistas para la revisión de las instalaciones de gas, agua, electricidad, etc., así como el estado del inmueble
- Retroalimentar el Plan de Emergencia con los resultados obtenidos y la evaluación de daños realizada.

CONCLUSIONES

La posibilidad real de crear una cultura ante las catástrofes en los distintos espacios sociales como lo son las instituciones de nivel medio superior, requiere como soporte, como punto de partida, una cultura previa, una organización en la que esté presente la participación y la corresponsabilidad colectiva. Para ello hace falta un trabajo previo de sensibilización y motivación entre la población estudiantil y docente. Pero además tendrían que diseñarse diferentes estrategias, pues en México existen tantas culturas como grupos sociales; la respuesta de cada uno de éstos será diferente al mismo estímulo (la señal de alerta, por ejemplo). La cultura sísmica, por ende, tendría que construirse con diferentes grupos sociales existentes. Esta misma educación permitiría también erradicar la carga afectiva que evita enfrentar racionalmente un desastre.

La experiencia de diversos países demuestra que, por su función socializadora y amplia cobertura, Implementación de Programa de Protección Civil en las escuelas del Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional (IPN) puede favorecer en diversas formas a reducir la vulnerabilidad social y a fortificar las acciones de prevención, mitigación, ajuste y reconstrucción en escenarios de desastre. La enseñanza de una cultura y su materialización en el comportamiento de los individuos son un factor determinante para la toma de conciencia y un recurso invaluable frente al riesgo que plantean los desastres naturales y humanos. En el caso de México, a partir de los sismos de 1985 el sistema educativo ha venido jugando un papel cada vez más significativo en la conformación de una cultura de la protección civil y la prevención de desastres, tanto en los niveles básicos como en la educación media superior y superior. Con todo, a pesar de los adelantos alcanzados en los últimos años, existe todavía un largo camino por recorrer para lograr una mejor articulación entre el sistema educativo formal y el afianzamiento de una cultura de la protección civil. Es indiscutible que ante la perspectiva de mayores y más peligrosas catástrofes naturales y humanas en el futuro, no sólo nuestra cultura sino también nuestro enfoque acerca de los desastres deberán cambiar. Hasta ahora, los riesgos y amenazas naturales han estado agrupadas a sus derivaciones negativas (destrucción, daño y muerte). Sin embargo, poco se ha reparado en el hecho de que los desastres encarnan, también, una forma de aprendizaje y, por lo tanto, una oportunidad para modificar comportamientos, corregir decretos e introducir innovaciones que permitan prevenirlos o mitigarlos. No hay duda de que tales decisiones e innovaciones serán tanto más eficaces cuanto más se reflexione el potencial de la educación en la consolidación de una cultura de la protección civil y la prevención de desastres en nuestro país.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente y reconocemos a ORP y a la fundación de la Universidad Politécnica de Cataluña por el apoyo e interés en la organización del presente congreso el cual sin duda alguna tendrá el éxito acostumbrado en la prevención del riesgo laboral, así como al Dr. Mario Alberto Rodríguez Casas, Director General del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo para la participación en este tipo de eventos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anda, G. C. (2006). 70 Aniversario Instituto Politécnico Nacional. Pág. 135 – 141. ED. Dirección de Publicaciones IPN.

Guía de acciones de emergencia para sustancias peligrosas (1988), Asociación Mexicana de Jefes de Bomberos, 2ª. Ed., Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C., México.

Ayala-Carcedo, F. J. y Cantos O. J. (2008), Riesgos naturales, Colección Ariel Ciencias, Ed. Ariel, España.

Bates, F. (1982), Recovery, change and development: a longitudinal study of the Guatemalan earthquake, University of Georgia, Department of Sociology, Georgia.

Frank E. B. y Germain G. L. (1985) Líderazgo práctico en el control de perdidas, Internacional Loss Control Institute, Georgia.USA.

Ley General de Protección Civil Artículo 21 Federal de México, (2018), México, Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_190118.pdf

Hernández Sampieri, R.; Fernández C. C. y Baptista L. M. (2014). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.

Uso de las redes sociales para la gestión de emergencias desde la perspectiva de los servicios de emergencia

RESUMEN / ABSTRACT

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación han cambiado la forma de comunicación y gestión de la información en la actualidad. A raíz de la expansión de Internet, la popularidad de las redes sociales ha ido aumentando a lo largo del tiempo, convirtiéndose en un medio para compartir y buscar cualquier tipo de información. En el contexto de las situaciones de emergencia, las redes sociales se han convertido en una magnifica herramienta para poder facilitar la comunicación entre los usuarios y los servicios de emergencia. La gestión de una emergencia es uno de los principales retos a los que las autoridades se enfrentan debido a la necesidad de actuar de manera inmediata. Por tanto, cuando se produce una situación de emergencia, el acceso a la información actualizada y fiable es imprescindible para la coordinación, análisis y evaluación en todas las fases de estas situaciones. Este artículo pretende explorar en qué medida los servicios de emergencia integran las redes sociales en los sistemas de gestión de su organización tanto para compartir información relativa a situaciones de emergencia con los ciudadanos, como para conocer el uso que le dan a la información que estos les proporcionan. Para ello, se ha realizado un cuestionario que ha sido difundido a través de internet a servicios de emergencia de toda España. De manera general, los resultados indican que las redes sociales son aceptadas y usadas tanto por las organizaciones, aunque no se obtiene todo el beneficio que se podría obtener debido a la falta de medios o herramientas adecuadas que permitan extraer información precisa.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Las TIC han cambiado la forma de comunicación y gestión de la información
Las redes sociales facilitan la comunicación con los servicios de emergencia
Se han encontrado limitaciones cuando se integran en los sistemas de gestión

AUTORES / AUTHORS

Juan Carlos Rubio Romero
Universidad de Málaga
juancarlos.rubioromero@gmail.com
María Martínez Rojas
Universidad de Málaga
mmrojas@uma.es
Juan Antonio Torrecilla García
Universidad de Málaga
juantorrecilla@uma.es
María del Carmen Pardo Ferreira
Universidad de Málaga
carmenpf@uma.es

INTRODUCCIÓN

La aparición de las redes sociales en nuestras vidas ha supuesto un cambio drástico en cuanto a la forma de comunicarnos. Entre las principales características se encuentran el carácter instantáneo, la interacción y la viralidad, que las convierten en una herramienta perfecta para poder estar en contacto con otras personas, así como compartir y acceder a información (Martínez-Rojas, 2018). Según el estudio Digital in 2018: World's Internet users pass the 4 billion mark de las empresas Hootsuite y WeAreSocial (2018) la mitad de la población mundial se encuentra online, y las redes sociales cuentan con 3.196 billones de usuarios activos. Estos vertiginosos datos se deben a los avances en las Tecnologías de la Información y la comunicación, que han facilitado el hecho de que la mitad de la población mundial esté conectada a internet. Además, el crecimiento en el uso de los móviles ha sido uno de los hechos más remarcables en la última década, alcanzando una cifra superior a 5.000 millones de usuarios a mediados del año 2017 (GSMA, 2017).

Estas características, han hecho que las redes sociales se conviertan en un medio relevante en situaciones de emergencia para buscar y compartir información, incluso relegando en cierta medida los medios de comunicación tradicionales. A diferencia de éstos, las redes sociales permiten una comunicación bidireccional o multidireccional entre los receptores y los emisores de los mensajes. Recientes situaciones de emergencia, de diferente naturaleza, han puesto de manifiesto el gran acogimiento que tienen estas aplicaciones en el contexto de estas situaciones como, por ejemplo: terremoto de Nepal (Sheikh, 2017) y (Subba, 2017), el huracán Sandy (Wang, 2017) y (Pohl, 2016), el terremoto de Japón (Toriumi, 2016), las inundaciones del Reino Unido en enero de 2014 (Saravanou, 2015) o el terremoto de Haití (Muralidharan, 2011), entre otros.

En el contexto de las emergencias, las redes sociales que tienen una mayor aceptación son Twitter y Facebook (2019). Por un lado, Twitter presenta un gran potencial a la hora de la difusión de información, tanto de tipo textual como multimedia. Esto es debido a la facilidad de uso y a su naturaleza esencialmente instantánea. Además, mediante los hashtags se facilita la búsqueda de información relativa a un evento, por lo que hoy en día, cuando sucede un incidente, es más frecuente acceder a Twitter para obtener más información que acceder a medios de comunicación más tradicionales como los periódicos, radio o televisión. Por otro lado, Facebook, ha incorporado dos funciones para ayudar a sus usuarios en situaciones de emergencia: Safety Check y Community Help.

Durante una situación de emergencia se produce una interrupción en la dinámica normal de la vida económica, cultural, social o política y, además, se produce un incremento en la comunicación, generando unos escenarios de información muy complejos de gestionar que suponen un reto para las autoridades responsables (Hagar, 2011). Además, los servicios de emergencia necesitan acceder a la información actualizada y fiable para la coordinación, análisis y evaluación de estas situaciones tanto en las fases previas como durante la emergencia y en la fase de recuperación.

El objetivo de este trabajo es explorar la actitud de los servicios de emergencia en relación al uso de las redes sociales en el proceso de gestión de situaciones de emergencia, mediante un cuestionario.

METODOLOGÍA

Esta sección presenta la metodología propuesta para alcanzar el objetivo propuesto en este trabajo, explorar la actitud de los servicios de emergencia hacia el uso de las redes sociales en la gestión de las emergencias. Para ello, hemos llevado a cabo una encuesta, adaptada parcialmente de un estudio centrado en el uso de las redes sociales a nivel europeo (Reuter & Spielhofer, 2016) ya que, en este trabajo previo, no se obtuvieron respuestas de los servicios de emergencia de España.

La encuesta fue desarrollada en la plataforma de google (2018) debido a la facilidad de uso, acceso y difusión. El cuestionario engloba un total de 25 preguntas que se organizan en 4 secciones: datos personales, actitud general hacia las redes sociales, uso de las redes sociales por parte de la organización y uso futuro de las redes sociales por su organización. Sin embargo, por falta de espacio en este trabajo presentamos preguntas de cada bloque que resultan significativas para el estudio.

A continuación, en la Tabla 1 se detallan las preguntas de cada uno de las secciones.

P1	¿Qué edad tiene?
P2	¿En qué tipo de organización trabaja?
P3	¿Cuál es su principal función en la organización?
P4	Indique en qué nivel está de acuerdo o desacuerdo con las siguientes declaraciones (Totalmente de desacuerdo/ Algo desacuerdo/ Neutral/ De acuerdo/ Totalmente de acuerdo): 1. La información que proveen las redes sociales durante una emergencia no suele ser fiable 2. Las redes sociales son una herramienta importante para los servicios de emergencias 3. Las redes sociales podrían ser una herramienta útil para que los servicios de emergencia compartan información con los ciudadanos
P5	¿Qué redes sociales utiliza su organización?
P6	¿Con qué fin usa su organización las redes sociales? 1. Para compartir con el público cómo evitar accidentes o emergencias 2. Para recibir mensajes del público durante emergencias
P7	¿Existe algún protocolo en relación al uso de las redes sociales en su organización?
P8	¿Qué papel cree que tendrán las redes sociales en su organización en los próximos 5 -10 años?

Tabla 1: Preguntas del cuestionario

Para darle difusión al cuestionario, se ha realizado un listado de contactos de diferentes tipos de organizaciones a nivel nacional mediante la búsqueda en las webs institucionales. Este listado contiene más de 200 direcciones de correo electrónico pero, hasta la fecha, se han conseguido un total de 79 respuestas.

RESULTADOS

En esta sección se analizan los resultados de las preguntas detalladas en la sección anterior. Para ello, el primer paso es extraer el conjunto de datos de las respuestas obtenidas de la plataforma en un archivo de salida de Excel (.xls). Como se he explicado anteriormente, en este trabajo, se presentan resultados de cada uno de los bloques del cuestionario.

A continuación, detallamos cada pregunta por separado.

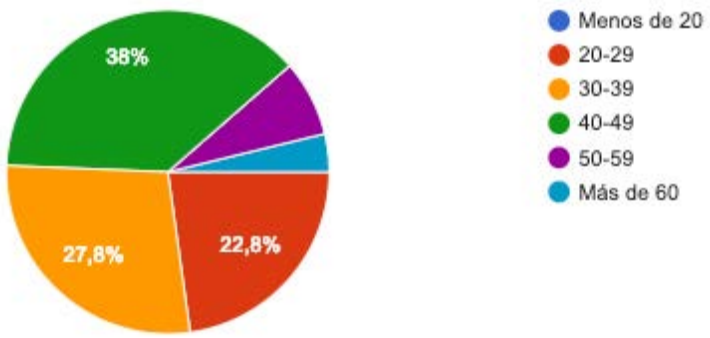


Figura 1: Pregunta 1 – ¿Qué edad tiene?

Como se puede observar en la Figura 1, la mayor proporción de encuestados tiene entre 40 años y 49 (38%) años y la menor proporción son los mayores de 50 años y los menores de 20 años. El 65% de las respuestas corresponden a encuestados entre 30 y 49 años. Se puede considerar que la distribución de respuestas es aceptable y repartida entre los rangos de edad, teniendo en cuenta que los encuestados son personas que trabajan actualmente en servicios de emergencia.

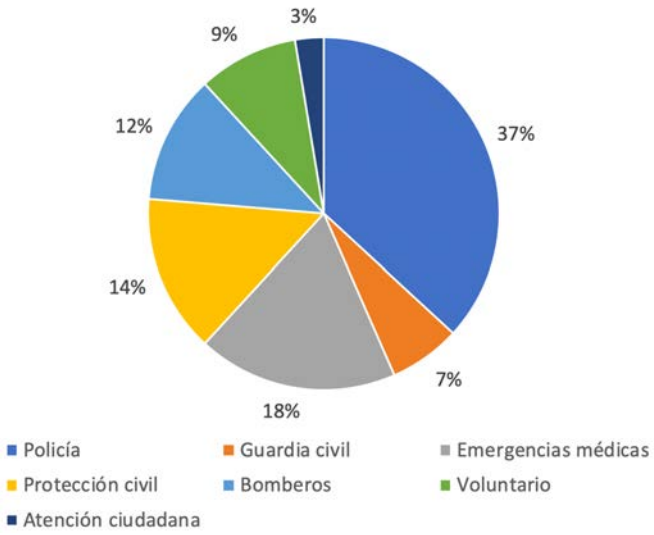


Figura 2: Pregunta 2 – ¿En qué tipo de organización trabaja?

En la Figura 2, se puede observar que el organismo que ha obtenido un mayor número de respuestas es la policía, con un 37% de respuestas. A continuación, los servicios dedicados a las emergencias médicas (18%) y protección civil (14%). Llama la atención que el organismo que menos ha colaborado con la encuesta es atención ciudadana. En general, se han obtenido respuestas de diferentes tipos de organizaciones que actúan en situaciones de emergencias. Además del tipo de organización, resulta interesante conocer que función realiza el encuestado dentro de su organización. La Figura 3 presenta los resultados para esta tercera pregunta.

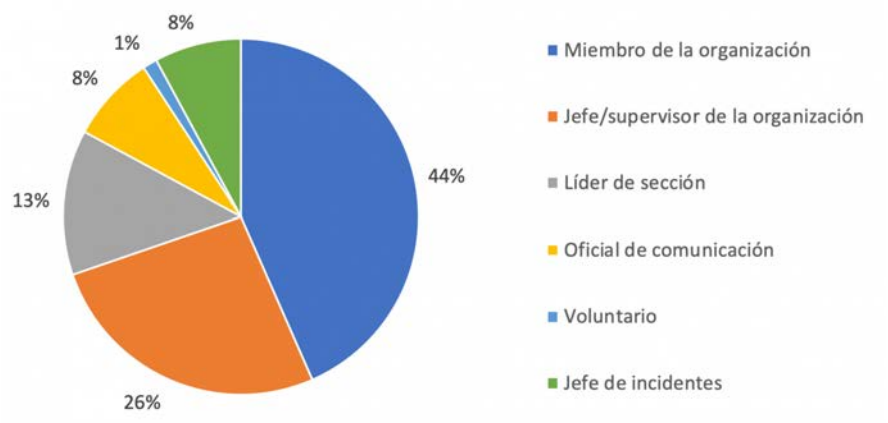


Figura 3: Pregunta 3 - ¿Cuál es su principal función en la organización?

La mayoría de encuestados son miembros de la organización a la que pertenecen (44%), es decir, pertenecen a la organización, pero no tienen un cargo concreto. Resulta interesante el hecho de que se cuenta con un gran número de respuestas de jefes/supervisores de la organización (26%), ya que, nos permitirá conocer con más detalle realmente hasta que punto estas organizaciones están concienciadas del uso de las redes sociales. También se puede observar que se han obtenido respuestas de personas del departamento de comunicación, así como de incidencias. Estos resultados están en concordancia con los obtenidos en la encuesta realizada en Europa.

En relación a la cuarta pregunta, la Figura 4 presenta los resultados a cada uno de los apartados de dicha pregunta. En primer lugar, aproximadamente el 50% de los encuestados está de acuerdo en que la información que proveen las redes sociales durante una emergencia no suele ser fiable. El otro 50% se mantiene neutral o está algo en desacuerdo con esta afirmación. En segundo lugar, más del 50% afirman que las redes sociales pueden ser una herramienta importante para los servicios de emergencias. En este caso, un 20% no está de acuerdo con la afirmación. Por último, casi el 70% confían en que las redes sociales podrían ser una herramienta útil para que los servicios de emergencia compartieran información con los ciudadanos.

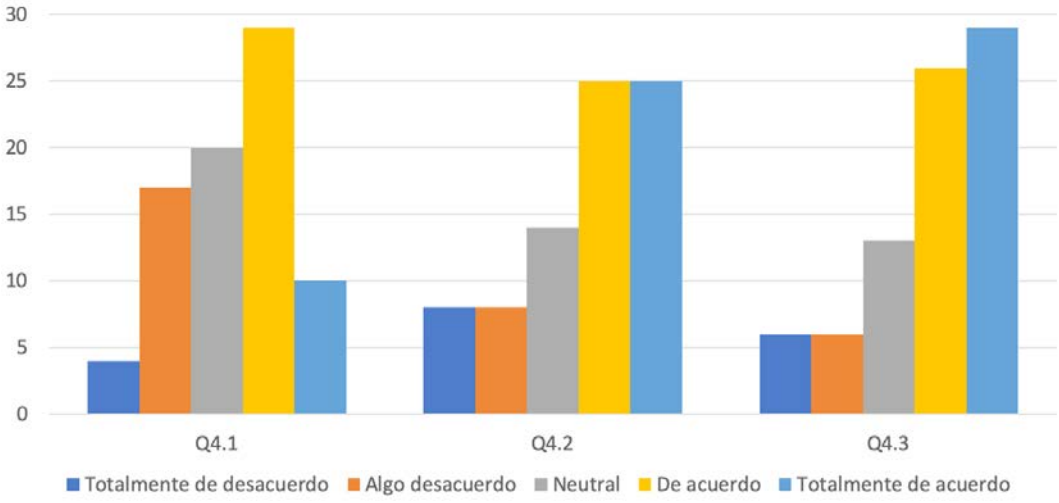


Figura 4: Información – Redes sociales

Una vez que se han analizado las respuestas correspondientes a los bloques de datos personales y actitud general hacia las redes sociales, la Figura 5 presenta los resultados en relación a las redes sociales que utiliza la organización en la que trabaja el encuestado. Como se puede observar, las redes sociales que han alcanzado un mayor porcentaje son Facebook (30%) y Twitter (27%). Llama la atención el porcentaje tan elevado para Instagram y youtube, ya que son redes sociales que no permiten intercambiar información de manera bidireccional tan fácilmente. Si es cierto que Instagram es una de las redes sociales que más ha crecido en los últimos años y, puede ser, que los servicios de emergencias la utilicen para difundir información. Por último, destacar que sólo un 2% no utilizan ninguna red social en la actualidad.

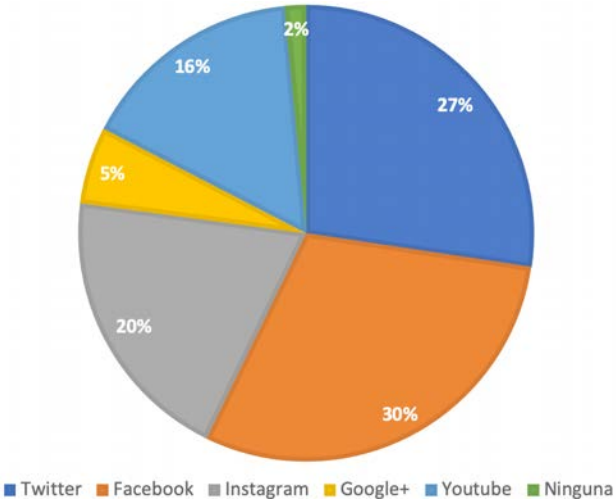


Figura 5: Pregunta 5 - ¿Qué redes sociales utiliza su organización?

A continuación, con el fin de profundizar en el uso que hacen de las redes sociales, se les preguntó a los encuestados con qué fin las utilizan en su organización. La figura 6 muestra los resultados de esta pregunta dividida en dos formas diferentes: para compartir con el público cómo evitar accidentes o emergencias y, por otro lado, para recibir mensajes del público durante emergencias. Como se puede observar, en relación a la primera forma, los resultados están muy distribuidos. Por un lado, muestra que las redes sociales se utilizan con bastante frecuencia, pero también se obtiene un número elevado para los que lo hace de manera ocasional. De manera similar ocurre con la segunda forma, aunque el porcentaje correspondiente a "nunca" es considerable. De manera general, según estos resultados, los servicios de emergencia utilizan las redes sociales en las fases previas a las emergencias con el fin de prevenir y no tanto para recibir información durante la emergencia.

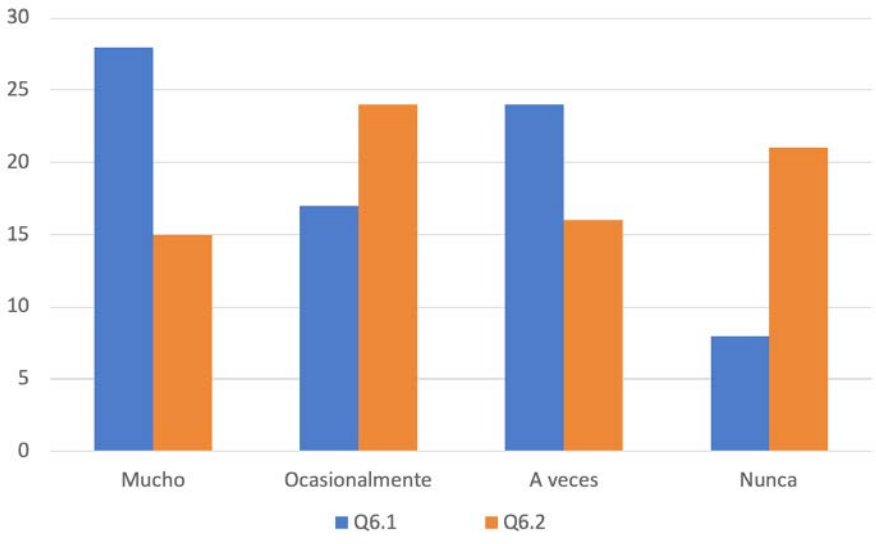


Figura 6: Pregunta 6 - ¿Con qué fin usa su organización las redes sociales?

Las respuestas obtenidas en relación a si las organizaciones de los encuestados cuentan con algún protocolo para las redes sociales se muestran en la Figura 7. Como se puede observar, más del 50% de los encuestados afirman que no existe un protocolo en su organización para integrar las redes sociales en la gestión de las emergencias y un 21% lo desconocen. Sólo un 26% indican que si existe.

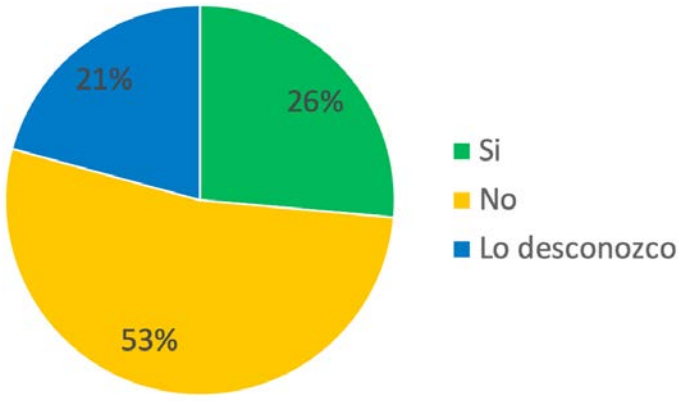


Figura 7: Pregunta 7 - ¿Existe algún protocolo en su organización?

Por último, la Tabla 2 resume algunas de las respuestas obtenidas más significantes en relación a la pregunta cualitativa abierta sobre el papel que jugarán las redes sociales un futuro a corto plazo para cada tipo de organización. La mayoría de las respuestas coinciden que el papel de las redes sociales será fundamental y que cada vez serán más importante en su organización.

	Organización	Respuesta
1	Policía	Espero que más que el actual
2	Policía	Fundamental y esencial
3	Bomberos	Nosotros ya acometemos estas cuestiones, pero es verdad que estamos desarrollando un Plan de Comunicaciones Integral de Bomberos, donde las RRSS son un pilar muy importante, siendo necesario potenciarlas
4	Bomberos	Evolucionaran positivamente
5	Emergencias médicas	Seguirán formando parte en la medida en que la ciudadanía siga usándolas. Los servicios de emergencia debemos estar donde esté la población para formar e informar y ayudar a salvar vidas
6	Emergencias médicas	muy importante. todo el mundo las usa y por medio de ellas se puede hacer llegar mucha información a la gente
7	Guardia Civil	Será vital porque es el medio mas directo y rápido para estar en contacto con la población
	Atención ciudadana	Será vital porque es el medio mas directo y rápido para estar en contacto con la población

Tabla 2: Respuestas obtenidas para la Pregunta 8

CONCLUSIONES

Las redes sociales proporcionan un nuevo medio de comunicación en la vida diaria de los ciudadanos, pero también un nuevo medio para las situaciones de emergencia. En este trabajo hemos realizado una encuesta con el fin de explorar si los servicios responsables de la gestión de dichas situaciones integran las redes sociales en sus procedimientos. Para ello, la encuesta se organiza en cuatro secciones que nos permiten conocer el perfil de las personas que han respondido la encuesta, el papel que tienen dentro de su organización y, el uso de las redes sociales por parte de su organización.

Algunas organizaciones han manifestado que utilizan las redes sociales, pero lo hacen de manera superficial y, principalmente, en la fase previa a la emergencia con el fin de informar y prevenir. También se ha indicado que este nuevo espacio comunicativo plantea nuevos retos a los servicios de emergencia, que se enfrentan al desafío de integrar estos nuevos métodos de comunicación en sus prácticas de trabajo. En primer lugar, se necesitan herramientas que permitan filtrar la información relevante para la toma de decisiones, ya que no toda la información publicada es relevante, fiable o precisa. En segundo lugar, es necesario la definición de protocolos que permitan a los usuarios aportar información con el fin de facilitar a los servicios de emergencia la gestión de información. Por último, adaptar la estructura organizativa de las autoridades y servicios de emergencia para dotarla de más recursos tanto humanos como económicos que permitan monitorizar y gestionar de forma eficiente la información difundida en las redes sociales.

Como trabajo futuro, planteamos ampliar el análisis para obtener una muestra más representativa para cada tipo de organización. Además, realizaremos un análisis cualitativo sobre otras preguntas de la encuesta.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiando por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España por el proyecto de financiación BIA2016-79270-P y el programa posdoctoral (FJCI-2015-24093).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Google, (2018). https://www.google.es/intl/es/forms/about/

GSMA, (2017). https://www.gsma.com/newsroom/press-release/

Facebook, (2019). https://www.facebook.com/

Hagar, C. (2011). Crisis information management: Communication and technologies. Elsevier.

Martínez-Rojas, M., del Carmen Pardo-Ferreira, M., & Rubio-Romero, J. C. (2018). Twitter as a tool for the management and analysis of emergency situations: A systematic literature review. *International Journal of Information Management*, *43*, 196-208.

Muralidharan, S., Rasmussen, L., Patterson, D., & Shin, J. H. (2011). Hope for Haiti: An analysis of Facebook and Twitter usage during the earthquake relief efforts. *Public Relations Review*, *37*(2), 175-177.

Pohl, D., Bouchachia, A., & Hellwagner, H. (2016). Online indexing and clustering of social media data for emergency management. Neurocomputing, 172, 168-179.

Reuter, C., Ludwig, T., Kaufhold, M. A., & Spielhofer, T. (2016). Emergency services' attitudes towards social media: A quantitative and qualitative survey across Europe. International Journal of Human-Computer Studies, 95, 96-111.

Saravanou, A., Valkanas, G., Gunopulos, D., & Andrienko, G. (2015, May). Twitter Floods when it Rains: A Case Study of the UK Floods in early 2014. In *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web* (pp. 1233-1238). ACM.

Sheikh, Z., Masood, H., Khan, S., & Imran, M. (2017). User-Assisted Information Extraction from Twitter During Emergencies. *ISCRAM*.

Subba, R., & Bui, T. (2017, January). Online convergence behavior, social media communications and crisis response: An empirical study of the 2015 nepal earthquake police twitter project. In *Proceedings of the 50th hawaii international conference on system sciences*.

The Social Media Family, 2018. IV Estudio sobre los usuarios de Facebook, Twitter e Instagram en España. [En línea], Available at: http://www.abc.es/gestordocumental/uploads/internacional/Informe_RRSS_20...

Toriumi, F., & Baba, S. (2016, April). Real-time tweet classification in disaster situation. In *Proceedings of the 25th International Conference Companion on World Wide Web* (pp. 117-118). International World Wide Web Conferences Steering Committee.

Twitter, 2019, https://twitter.com/

Wang, B., & Zhuang, J. (2017). Crisis information distribution on Twitter: a content analysis of tweets during Hurricane Sandy. *Natural hazards*, *89*(1), 161-181.

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN PREVENTIVA EN LOS PLANES DE SEGURIDAD Y SALUD EN ESPAÑA

RESUMEN / ABSTRACT

Este trabajo de investigación estudia el cumplimiento real y efectivo de las disposiciones normativas en materia de Seguridad y Salud en las obras de construcción, prestando una especial atención al uso en obra de los instrumentos preventivos con que cuentan las empresas y los trabajadores del Sector de la Construcción en España. Para ello, se realiza un análisis prospectivo mediante la técnica de la consulta in situ del instrumento preventivo por excelencia, el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, empleado durante el proceso de ejecución del Proyecto. Esta herramienta preventiva queda recogida de forma explícita en el artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, siendo expuesta su obligatoriedad en el artículo 19 de la citada norma. Para acometer el estudio, se ha analizado una muestra conformada por 3.600 Planes de Seguridad y Salud en el Trabajo pertenecientes a las cinco sedes de la Autoridad Laboral que integran la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y que recogen un período de 8 años, de 2008 a 2016. La recolección de los datos se efectúa mediante la aplicación de un checklist, compuesto por preguntas de tipo dicotómico, con los ítems más relevantes que afectan a la investigación y que conforman el contenido de los Planes de Seguridad y Salud en el Trabajo. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto por un lado el mal uso que se hace de dicho instrumento preventivo y su escasa validez a nivel preventivo. Por otro lado, se observa que se trata de un documento cuya vida útil es muy limitada, y que en la mayoría de los casos no cubre la ejecución total de la obra.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Planes de Seguridad y Salud en el Trabajo
Aplicación al sector de la construcción
Gestión preventiva en las obras de construcción

AUTORES / AUTHORS

Álvaro Romero Barriuso
Universidad Politécnica de Madrid
alvrombar@hotmail.com
B. María Villena Escribano
Universidad Politécnica de Madrid
blasyvillena@hotmail.com
María de las Nieves González García
Universidad Politécnica de Madrid
mariadelasnieves.gonzalez@upm.es
María Segarra Cañamares
Universidad de Castilla-La Mancha
Maria.Segarra@uclm.es
Ángel Rodríguez Sáiz
Universidad de Burgos
arsaizmc@ubu.es

INTRODUCCIÓN

A partir de 2008, el Sector de la Construcción en España se encuentra ya sumido en plena crisis, con una caída importante de la actividad y la desaparición de empresas y puestos de trabajo, tanto directos como indirectos (INSHT, 2009; INSHT, 2014), lo que también explica la reducción de la siniestralidad por la pérdida de protagonismo del sector en la actividad productiva.

La siniestralidad del sector está íntimamente asociada al modelo de gestión (Segarra et al., 2017) y al nivel de formación e información de sus responsables y de todos los agentes involucrados en los procesos constructivo-preventivos (Romero et al., 2018a; Romero et al., 2018b). La deficiente estructura organizativa de las empresas del Sector, compuesto en su inmensa mayoría por PYMES (Ministerio de Industria y Energía, 2016), unida a la escasa, y en muchos casos inexistente, integración de la prevención en la estructura misma de las empresas (Segarra Cañamares, M., 2015), explican el escaso éxito en la gestión de los riesgos en este tipo de empresas (Lyons & Skitmore, 2004; Kim & Bajaj, 2000). Lo que traducido al entorno de las obras de construcción, en las que el centro de trabajo es la propia obra, esta integración de la gestión preventiva se realiza a través del documento común de trabajo que es el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (PSS), que recoge la propia estructura organizativa del centro de trabajo.

Esta investigación aporta datos acerca del instrumento preventivo por excelencia que se utiliza en las obras de construcción, el PSS, al tratarse de un requisito obligatorio impuesto por la normativa, junto con el Comunicado de Apertura de Centro de Trabajo. A partir de la aplicación y efectividad del Marco de Referencia Normativo del perfil del trabajador de la construcción y del entorno en el que realiza su actividad productiva (Sobotka & Czarnigowska, 2005), con el propósito de conseguir una mayor implicación de los agentes que participan en los procesos de construcción, se analiza la efectividad real de este instrumento preventivo dentro de la realidad de las obras de construcción.

METODOLOGÍA

La consulta in situ de los PSSs ha permitido obtener un gran volumen de datos, quedando los datos obtenidos durante la investigación incluidos en la categoría de datos observacionales, según la definición que establece la National Science Foundation para los mismos. A su vez, se ha de hacer una subdivisión a dicha categorización de los datos que se ajuste a la disciplina científica, obteniendo como resultado que se trata de datos cuantitativos, de entre las subcategorías posibles: cualitativos, cuantitativos, geográficos, espaciales, u otros, tal y como categoriza la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT, 2012).

Dado que se trata de una investigación novedosa, que no tiene precedentes en nuestro país, en parte dada por la inaccesibilidad de los datos, que han de ser consultados *in situ* en las distintas sedes de la Autoridad Laboral, previa firma de un convenio que permita la extracción de los datos (debido a la naturaleza sensible de los datos a consultar), ésta era la única metodología que se adaptaba a los requisitos de imparcialidad y varianza de datos necesarios para ejecutar el estudio de forma que los resultados obtenidos pudiesen ser extrapolables a otras Comunidades Autónomas o provincias del territorio español.

Dicho lo cual, la muestra quedó configurada con los 3.600 PSSs, pertenecientes tanto a obras de carácter público como privado, para el período de tiempo consultado de 2008 a 2016 (ambos incluidos), lo que asegura una muestra representativa de dicho documento preventivo, y que asegura la imparcialidad, al encontrar PSSs elaborados por diversos Servicios de Prevención, empresas, etc.

Una vez definido el tamaño de la muestra a consultar, asegurando las variables de varianza, imparcialidad y aleatoriedad previstas en el estudio, se procede a la elaboración del cuestionario que integrará los diversos ítems a analizar en las visitas a las sedes.

Para la elaboración de los ítems que integran el cuestionario o *checklist* se tuvieron en cuenta la 2ª Edición de la Guía Técnica del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2012), así como la Guía de Contenidos Recomendables de un Plan de Seguridad y Salud elaborada por la Mesa Técnica de Seguridad Laboral en la Construcción (MTSC, 2012), tomando como base para iniciar el mismo la normativa de aplicación, el Real Decreto 1627/97 (BOE, 1997).

De esta forma el cuestionario quedó configurado y estructurado por apartados o bloques, tal y como se recoge en la Tabla 1:

Bloques o indicadores	Nº de preguntas
0. Datos generales: Año del Plan	1
1. Figuras jurídicas que intervienen en obras de	10
2. Aspecto formal del documento (PSS)	10
3. Evaluación de Riesgos de la obra	12
4. Anomalías e incidencias reseñables	7
TOTAL	**40**

Tabla 1. Número de preguntas o ítems que conforman o integran cada bloque o indicador del cuestionario.

Una vez expuesto esto, se pasa a mostrar las preguntas o ítems que integran el bloque 3, compuesto por 12 cuestiones, de las que se extractan 6 para el presente estudio y que afectan de forma directa a la realidad preventiva de las obras de construcción, motivo de la investigación.

1. ¿Se evalúa cada fase/trabajo/puesto/actividad de la obra en el Plan?
2. ¿Se identifica en el PSS la maquinaria/equipos que se prevén emplear en la obra?
3. ¿Se identifican en el PSS los medios auxiliares que se prevén emplear en obra?
4. ¿Se incluyen en el PSS los productos químicos que se van a emplear en la obra?
5. La Evaluación de Riesgos integrada en el PSS ¿se ajusta a lo determinado en el artículo 7 del RD 39/1997?
6. ¿Existe Planificación Preventiva en el PSS como resultado de la Evaluación de Riesgos?

RESULTADOS

El plan de trabajo e investigación realizado, se recoge a modo de resumen, en la siguiente Tabla 2, que relaciona los PSSs consultados con la Sede en la que se extrajeron los datos y los años a los que hacen mención.

	Delegación Provincial Autoridad Laboral de Castilla-La Mancha				
Año	Albacete	Ciudad Real	Cuenca	Guadalajara	Toledo
2008	100	100	-	50	-
2009	100	100	-	50	-
2010	100	100	100	100	-
2011	100	100	100	100	-
2012	100	100	100	100	-
2013	100	100	100	100	-
2014	100	100	100	100	100
2015	100	100	100	100	100
2016	100	100	100	100	100
Subtotal	**900**	**900**	**700**	**800**	**300**
Total	**3.600**				

Tabla 2. Volumen de PSSs consultados por año y sede provincial (por orden alfabético) de Castilla-La Mancha con inclusión de totales parciales por sede y total de planes consultados.

A continuación, se pasa a desgranar los resultados obtenidos en cada apartado o pregunta del *checklist*:

¿Se evalúa cada fase/trabajo/puesto/actividad de la obra en el Plan?

En este apartado se analiza la presencia, dentro del cuerpo del documento preventivo, de la evaluación correspondiente a las distintas fases de trabajo, puesto de trabajo, así como de los trabajos o actividades a realizar en la obra. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.

	El PSS evalúa cada fase/trabajo/puesto/actividad de la obra				
Período	Albacete	Ciudad Real	Cuenca	Guadalajara	Toledo
2008-2016	691	728	555	666	259
%	76,78	80,89	79,29	83,25	86,33
Total	2.899 (80,53%)				

Tabla 3. Volumen de PSSs consultados que cumplen con el requisito del presente apartado, organizados por sede provincial (por orden alfabético) de Castilla-La Mancha con inclusión de totales parciales por sede y total global sobre el conjunto de PSSs consultados.

¿Se identifica en el PSS la maquinaria/equipos que se prevén emplear en la obra?

El presente apartado se centra en si en el PSS aparece recogida la maquinaria/equipos que se van a utilizar en la obra. Esto se torna de vital importancia de cara a poder evaluar los riesgos derivados de la utilización de dicha maquinaria, necesitando operarios con formación específica en algunos de los casos, además de tener que prever la circulación simultánea de maquinaria y operarios, por lo que se han de llevar a cabo medidas para evitar posibles accidentes derivados de la circulación y de las zonas de paso.

Los resultados referidos al cumplimiento del citado requisito se exponen en la Tabla 4, que analiza el total de los PSSs examinados para el período de tiempo establecido.

	El PSS identifica la maquinaria/equipos que se emplean en obra				
Período	Albacete	Ciudad Real	Cuenca	Guadalajara	Toledo
2008-2016	130	122	131	140	59
%	14,44	13,56	18,71	17,50	19,67
Total	582 (16,17%)				

Tabla 4. Volumen de PSSs consultados que cumplen con el requisito del presente apartado, organizados por sede provincial (por orden alfabético) de Castilla-La Mancha con inclusión de totales parciales por sede y total global sobre el conjunto de PSSs consultados.

¿Se identifican en el PSS los medios auxiliares que se prevén emplear en obra?

En este apartado se estudia la inclusión en el PSS de los medios auxiliares que se vayan a utilizar en la obra, lo que implica identificar la clase, y el tipo de medio auxiliar, o la marca y modelo; conforme a la definición que establece el Diccionario de la Construcción (FLC, 2018), de la Fundación Laboral de la Construcción, para los medios auxiliares.

Los resultados obtenidos del análisis de los PSSs consultados, se recogen a modo de resumen en la Tabla 5, que muestra los resultados organizados por sedes.

	El PSS identifica los medios auxiliares que se prevén emplear en obra				
Período	Albacete	Ciudad Real	Cuenca	Guadalajara	Toledo
2008-2016	117	122	132	143	60
%	13,00	13,56	18,86	17,88	20,00
Total	574 (15,94%)				

Tabla 5. Volumen de PSSs consultados que cumplen con el requisito del presente apartado, organizados por sede provincial (por orden alfabético) de Castilla-La Mancha con inclusión de totales parciales por sede y total global sobre el conjunto de PSSs consultados.

¿Se incluyen en el PSS los productos químicos que se van a emplear en la obra?

En este apartado se recopilan los PSSs que identifican los productos químicos que se van a emplear en la obra. Este requisito se torna de vital importancia a la hora de realizar una correcta planificación e integración de la prevención en la obra, al prever los Equipos de Protección Individuales y medidas de seguridad que se han de contemplar durante su manipulación y almacenaje en la obra. Puesto que se trata de productos que entrañan riesgos específicos para la salud de los operarios, que pueden producir diversas afecciones en la piel, e intoxicaciones por inhalación, etc., éstos han de quedar recogidos en el Plan.

En la Tabla 6 se exponen los resultados obtenidos en el estudio relativos al cumplimiento del presente requisito.

	El PSS incluye los productos químicos que se van a emplear en obra				
Periodo	Albacete	Ciudad Real	Cuenca	Guadalajara	Toledo
2008-2016	201	207	159	179	73
%	22,33	23,00	22,71	22,38	24,33
Total	819 (22,75%)				

Tabla 6. Volumen de PSSs consultados que cumplen con el requisito del presente apartado, organizados por sede provincial (por orden alfabético) de Castilla-La Mancha con inclusión de totales parciales por sede y total global sobre el conjunto de PSSs consultados.

La Evaluación de Riesgos integrada en el PSS ¿se ajusta a lo determinado en el artículo 7 del RD 39/1997?

En este apartado se pretende responder a la siguiente pregunta: En los casos en los que existe Evaluación de Riesgos integrada en el Plan de Seguridad y Salud ¿se ajusta ésta a lo marcado en el artículo 7 del Real Decreto 39/1997?

De esta forma se comprueba el mero cumplimiento de la legislación vigente en materia de prevención a la hora de redactar el Plan de Seguridad y Salud, que repercutirá de forma positiva en la correcta integración de la prevención en las actividades/trabajos de la obra. Los resultados obtenidos a propósito del presente estudio se exponen en la Tabla 7.

	La Evaluación de Riesgos integrada en el PSS se ajusta a lo determinado en el artículo 7				
Periodo	Albacete	Ciudad Real	Cuenca	Guadalajara	Toledo
2008-2016	7	3	2	1	0
%	0,78	0,33	0,29	0,13	0,00
Total	13 (0,36%)				

Tabla 7. Volumen de PSSs consultados que cumplen con el requisito del presente apartado, organizados por sede provincial (por orden alfabético) de Castilla-La Mancha con inclusión de totales parciales por sede y total global sobre el conjunto de PSSs consultados.

¿Existe Planificación Preventiva en el PSS como resultado de la Evaluación de Riesgos?

Para el presente apartado, se centran las miras en la existencia o no de una planificación preventiva de la obra como resultado de la Evaluación de Riesgos.

La planificación preventiva de la obra resulta de vital importancia para contemplar y prevenir todos los riesgos que puedan darse durante el transcurso de la obra hasta su completa finalización.

Esta planificación preventiva de la obra descrita requiere de un estudio previo de la misma, de sus fases, de los solapes entre los trabajos que se producen en obra, de los tiempos estimados para la ejecución de cada fase del proyecto, lo que guarda relación directa con el cronograma de la obra o diagrama de Gantt. De esta forma, se concibe la obra como un todo, un conjunto conformado por la suma de muchas partes y de las relaciones directas e indirectas que se establecen entre cada una de las partes con otras. Los resultados relativos al cumplimiento de este requisito son los que siguen, y que quedan recogidos en la Tabla 8.

	Existe planificación preventiva en el PSS como resultado de la Evaluación de Riesgos				
Periodo	Albacete	Ciudad Real	Cuenca	Guadalajara	Toledo
2008-2016	2	1	3	2	0
%	0,22	0,11	0,43	0,25	0,00
Total	8 (0,22%)				

Tabla 8. Volumen de PSSs consultados que cumplen con el requisito del presente apartado, organizados por sede provincial (por orden alfabético) de Castilla-La Mancha con inclusión de totales parciales por sede y total global sobre el conjunto de PSSs consultados.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A tenor de los resultados globales obtenidos para las cinco sedes y el período de tiempo comprendido de 2008 a 2016, se puede indicar que:

1. Según los valores mostrados en la tabla 3, se produce un cumplimiento alto para el requisito de evaluación correspondiente a las distintas fases de trabajo, a los puestos de trabajo, así como de los trabajos o actividades a realizar en la obra en el Plan, con un 80,53%.
2. El porcentaje de cumplimiento global para el total de las sedes visitadas y períodos consultados en relación a la identificación en el PSS de la maquinaria y de los equipos que se prevén emplear en la obra (tabla 4) es inferior al 20%, situándose en un 16,17%, lo que implica un cumplimiento bajo para el citado requisito.
3. El porcentaje de cumplimiento del requisito de identificación en el PSS de los medios auxiliares que se prevén emplear en obra sobre el cómputo global de PSSs examinados se mantiene bajo (tabla 5), con un 15,94%, por debajo del 20%. Esto implica deficiencias en la planificación preventiva y posterior redacción del Plan de Seguridad y Salud, que ha de ir acorde a la planificación previa de los trabajos, maquinaria a emplear, figuras y trabajadores intervinientes en la obra, etc.
4. Sobre el cómputo global de PSSs analizados, obtenemos un porcentaje de cumplimiento del 22,75%, en relación a la inclusión en el PSS de los productos químicos que se van a emplear en la obra (tabla 6), lo que implica un cumplimiento bajo, a la par que homogéneo, del requisito para las cinco sedes.
5. En relación a si la Evaluación de Riesgos integrada en el PSS se ajusta a lo determinado en el artículo 7 del RD 39/1997, sobre el cómputo global de los 3.600 PSSs estudiados, se anota un ínfimo 0,36% de cumplimiento sobre el citado requisito (tabla 7), lo que no puede siquiera ser tenido en cuenta al no alcanzar el 1%.
6. Como en el caso del apartado anterior, cuando se analiza si existe Planificación Preventiva en el PSS como resultado de la Evaluación de Riesgos, volvemos a encontrarnos con un porcentaje de cumplimiento sobre el cómputo global de los 3.600 PSSs analizados inferiores al medio punto porcentual (concretamente del 0,22%) (tabla 8), lo que indica el nulo cumplimiento que se hace del citado requisito.

CONCLUSIONES

En primer lugar, que un porcentaje considerable de Planes no identifique ni evalúe la maquinaría ni medios auxiliares concretos de la obra, pone de manifiesto la poca utilidad real de este documento preventivo.

En segundo lugar, se trata de un documento que dista mucho de ser específico de la obra que se va a ejecutar y de los trabajos planteados en el mismo, a lo que se une el hecho de que los empresarios lo conciben como un mero trámite burocrático que se ha de cumplir, junto con el comunicado de apertura de centro de trabajo o la prescriptiva inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas, es decir, no es entendido como una herramienta preventiva que pueda ser útil de cara a reducir la siniestralidad laboral de la obra.

Además, un PSS debe de componerse de Evaluación de Riesgos y de Planificación Preventiva de los Trabajos, cosa que no se encuentra en la actualidad recogido en este documento.

A lo que hay que añadir que se detecta un problema de base con este documento, que debería de ser como la propia obra de construcción, un organismo vivo en constante cambio, que fuese evolucionando según lo hace la obra y que todos los cambios y modificaciones fuesen incorporados al cuerpo del documento, y que éste se encuentre asequible para cualquier persona que quiera consultarlo.

En conclusión, a día de hoy, se trata de un documento preventivo sin valor alguno a nivel de Seguridad y Salud en la obra, debiendo producirse un cambio en el modelo para que pueda adaptarse a la realidad de la obra.

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este documento ha llevado aparejada una estrecha colaboración con instituciones públicas de Castilla-La Mancha, en conjunción con los Jefes de Servicio de Seguridad y Salud Laboral y el Cuerpo de Técnicos de Prevención de Riesgos Laborales que integran las distintas sedes provinciales de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, perteneciente a la Consejería de Economía, Empresas y Empleo. Se agradece de forma especial la firma del convenio de colaboración entre la Consejería de Economía, Empresas y Empleo de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y la Universidad de Castilla-La Mancha que ha hecho posible este trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOE, 1997. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Boletín Oficial del Estado, 256, 25/10/1997.

FECYT, 2012. La conservación y reutilización de los datos científicos en España. Informe del grupo de trabajo de buenas prácticas. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. Ministerio de Economía y Competitividad.

https://bib.us.es/sites/bib3.us.es/files/informe_datos_cientificos_en_es...

FLC, 2018. Glosario de términos del Diccionario de la Construcción. Fundación Laboral de la Construcción, 2018. Último acceso 08/09/2018.

http://www.diccionariodelaconstruccion.com/procesos-transversales-a-la-ejecucion-de-la-obra/seguridad-y-salud/medios-auxiliares

INSHT, 2009. Editorial. Seguridad y Salud en el Trabajo, 53, 5. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid. España.

INSHT, 2012. Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a las Obras de Construcción, 2ª Edición. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Ministerio de Empleo y Seguridad Social. NIPO: 272-12-030-6. España.

INSHT, 2014. Informe sobre el estado de la seguridad y salud laboral en España, 2013. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Empleo y Seguridad. España.

Kim, S., Bajaj, D., 2000. Risk management in construction: an approach for contractors in South Korea. Cost Engineering 42 (1), 38-44.

Lyons, T., Skitmore, M., 2004. Project risk management in the Queensland engineering construction industry: a survey. International Journal of Project Management 22 (1), 51-61.

doi:10.1016/S0263-7863(03)00005-X

Ministerio de Industria, Energía y Turismo. 2016. Estadísticas mensuales de las Pequeñas y Medianas Empresas en España. Último acceso 05/08/2016.

http://www.ipyme.org/es-ES/publicaciones/Paginas/estadisticaspyme.aspx

MTSC, 2012. Guía de Contenidos Recomendables de un Plan de Seguridad y Salud, 1ª Edición. Mesa Técnica de Seguridad Laboral en la Construcción (MTSC). Depósito Legal: MU-1.072-2012. España.

Romero, A., Villena, B.M., Segarra, M., González, M.N., Rodríguez, A., 2018a. Analysis and diagnosis of risk-prevention training actions in the Spanish construction sector. Safety Science 106, 79-91.

https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.02.023

Romero, A., Villena, B.M., González, M.N., Segarra, M., Rodríguez, A., 2018b. Análisis de la influencia de las acciones formativas en la prevención de riesgos laborales / Analysis of the influence of training in occupational risk prevention. Anales de Edificación Vol. 4, Nº3, 1-9.

https://doi.org/10.20868/ade.2018.3794

Segarra, M., Villena, B.M., González, M.N., Romero, A., Rodríguez, A., 2017. Occupational risk-prevention diagnosis: A study of construction SMEs in Spain. Safety Science 92, 104-115.

http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2016.09.016

Segarra Cañamares, M., 2015. Integración de la Prevención de Riesgos Laborales en las PYMES del Sector de la Construcción. Tesis doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha. Departamento de Ingeniería Civil y de la Edificación. Cuenca. 2015.

Sobotka, A., Czarnigowska, A., 2005. Analysis of supply system models for planning construction project logistics. Journal of Civil Engineering and Management 11 (1), 73-82.

doi.org/10.1080/13923730.2005.9636335

CASO PRÁCTICO INTEGRACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EN LA ESTRATEGIA EMPRESARIAL

RESUMEN / ABSTRACT

El caso práctico explica cómo se ha integrado, de forma transversal, la Responsabilidad social en la Estrategia de una empresa de economía social, con más de 800 trabajadores.
En este contexto, TUSGSAL entiende la RSC como una forma de operar todas las actividades de la organización, y para conseguirlo se plantea implementar la RSC de manera transversal en toda la organización, poniendo el foco en dos aspectos clave:

- Desarrollar el Plan de RSC partiendo de la convicción de que el fortalecimiento de la confianza con los grupos de interés, como ventaja competitiva, refuerza la razón de ser de la empresa, le otorga legitimidad para actuar y garantiza su desarrollo futuro.

- Integrar el Plan de RSC el sistema integrado de gestión, con el propósito de conseguir que la RSC forme parte de la cultura y de las estrategias que contribuyen a realizar el objeto social de la empresa y, al mismo tiempo esté presente en la gestión cotidiana de TUSGSAL. Además, su integración, se apoya en recursos, procesos y estructuras existentes.

El Plan de RSC se enmarca y emana del Plan estratégico 2016-2020 de TUSGSAL y es el resultado del trabajo realizado por un grupo de 25 miembros de la empresa, que participó en talleres diseñados con la finalidad de elaborar dicho Plan.
Su puesta en marcha del Plan se centra, finalmente en reflejar, en su ejecución, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Responsabilidad social
economía social
ODS de Naciones Unidas

AUTORES / AUTHORS

CARLES SALAS OLLE
UPC / TUSGSAL
CARLES.SALAS@UPC.EDU
EVA NAVAS PUCHE
TUSGSAL
enavas@tusgsal.es

INTRODUCCIÓN

TUSGSAL (Transportes Urbanos y Servicios Generales, Sociedad Anónima Laboral) es una empresa de servicios de transporte urbano de viajeros, concesionaria de la red diurna del barcelonés norte y la red nocturna de la ciudad de Barcelona (España).

Realiza más de 35 millones de desplazamientos de usuarios al año, teniendo un alto impacto en la sociedad tanto a nivel medioambiental como en el ámbito económico y social.

TUSGSAL presta este servicio desde el año 1985 cuando 117 personas de la antigua empresa concesionaria del servicio (TUSA), unieron todos sus esfuerzos para continuar con la explotación del servicio, creando una nueva sociedad que marcó, hasta el día de hoy, el carácter social de la empresa. Hoy, forma parte del grupo de empresas de transporte de personas DIREXIS formado por más de 1200 trabajadores y trabajadoras.

Esto, ha sido posible, gracias a un modelo de economía social gestionado por personas que han invertido en un proyecto ideológico, mercantil y social, del cual los trabajadores y trabajadoras son propietarios.

Entre otros aspectos, los beneficios generados hacen posible que TUSGSAL disponga de un convenio propio que supera tanto económicamente como en aspectos sociales al convenio provincial del sector.

Después de más de 30 años de explotación del servicio, se puede afirmar que este modelo de gestión es una realidad.

Cuando TUSGSAL se planteó adecuar su gestión a la Responsabilidad Social, inmediatamente se identificó y se fue consciente que la practicaba desde los inicios de la empresa, no sólo por su modelo económico, sino porque, además, basaba su gestión en un Sistema acreditado.[2]

- En el año 2000 este sistema comenzó a funcionar empezando con la certificación de la norma de calidad ISO 9001 y del servicio UNE-EN 13816.

Hoy, la empresa dispone de las certificaciones en Seguridad y Salud en el Trabajo, OHSAS 18001, EMPRESA SALUDABLE, ISO 14001 de MEDIOAMBIENTE, ISO 39001 de SEGURIDAD VIAL, e ISO 50001 sobre GESTION ENERGETICA. También dispone del DISTINTIVO DE GARANTÍA DE CALIDAD AMBIENTAL otorgado por la Generalitat de Cataluña, y recientemente se ha adherido al Programa de acuerdos voluntarios de la Oficina Catalana del Cambio Climático.

Con este sistema ya maduro, en 2015 la Dirección y el Consejo de Administración emprendieron la tarea de elaborar un Plan Estratégico que reflejase de manera explícita la apuesta por la responsabilidad social y la sostenibilidad. En línea con la cultura empresarial participativa de TUSGSAL, el Plan surgió de la colaboración de un Comité de Estrategia, el Consejo de Administración, más el equipo directivo y representantes del resto de la plantilla, sumando un total de 20 personas representativas de toda la organización.

Con este Plan, se creó una hoja de ruta para alcanzar aquello que "se quiere ser", empezando por la Misión y Visión, que quedaron definidas del siguiente modo:

"Misión: servicio de transporte de personas y servicios generales afines, de gestión ética, eficiente, sostenible y socialmente responsable en consonancia con nuestros valores."

"Visión: ser una empresa de referencia en el sector por nuestros estándares de calidad, fiabilidad, eficiencia y condiciones de trabajo."

Asimismo, se le dio sentido a esta Misión y Visión tratando de tomar todas las decisiones, tanto a nivel de gestión como operativo, en base los valores corporativos que se eligieron en una campaña participativa entre toda la plantilla.

Los valores seleccionados fueron: HONESTIDAD Y LEALTAD, SOLIDARIDAD, EXCELENCIA, COMPROMISO y SERVICIO.

Teniendo alineados el modelo mercantil, un sistema integrado de gestión acreditado y un Plan estratégico como guía para fijar y alcanzar objetivos, se estaba en disposición para establecer el ¿cómo? integrar la RS en la gestión empresarial.

A partir de este punto se comenzó a construir un plan de gestión de responsabilidad social.

METODOLOGÍA

Inicialmente, desde el grupo de trabajo, se establecieron unos objetivos junto a la dirección general de la empresa:

- Garantizar la ética y la transparencia en la toma de decisiones.
- Contribuir con la equidad, la cohesión social y la protección a los usuarios y usuarias.
- Velar por los derechos humanos y el civismo en el transporte, entre muchos otros, todos ellos en línea con el Plan estratégico y nuestros valores corporativos.

Para conseguir estos objetivos era fundamental el compromiso, tanto de la dirección, como de las personas que debían que poner en marcha el proyecto.

En este caso, el desarrollo del proyecto se encargó a Recursos Humanos, asignándose dos personas responsables del mismo.

Para consolidar esta fase inicial se buscó apoyar el proyecto en 4 pilares.

El COMPROMISO

La COLABORACIÓN

La FORMACIÓN

Y la PARTICIPACIÓN

El compromiso de todos los ámbitos de la empresa era clave para el éxito del proyecto.

De cara a involucrar integralmente a la empresa se creó un grupo de trabajo en el que todas las áreas estuvieran representadas. La composición de este grupo fue consensuada con los responsables de las diferentes áreas constituyéndose así, el primer Comité de Gestión Ética de TUSGSAL.

A continuación, otro de los principios básicos de la RS es la colaboración con otras entidades, por lo que, examinando diferentes opciones para consolidar este aspecto en la organización, se planteó la adhesión al Pacto mundial de Naciones Unidas, por un lado, y se empezó a trabajar en la inclusión de foros de proximidad que reforzaran esta colaboración, de manera que se participó, junto a otras 24 empresas pioneras, en el ciclo de Diálogos, ética aplicada a empresas y organizaciones de la *Fundació Factor Humà*, (de la que TUSGSAL es socia estando adherida a la misma. Esta fundación, es una organización que tiene el objetivo de mejorar la gestión de las personas en las organizaciones, y nació con el nombre de Fundación para la Motivación de los Recursos Humanos).[6]

Las sesiones mencionadas fueron muy fructíferas, ya que de ellas surgieron herramientas realmente prácticas a la hora de integrar la RS en la estrategia de la empresa.

Además, las propias sesiones permitieron conocer de primera mano a expertos en ética, con los que más tarde se contó para que visitasen TUSGSAL y transmitieran su experiencia al consejo de administración y los miembros del comité de gestión ética. Asimismo, de cara a la sensibilización y a la capacitación en la empresa, se contó con ellos para impartir formación y empezar a construir el Plan de RSC.

Mediante la formación, se sentaron las bases para la creación del Plan de RSC, alineado al Plan estratégico, y se enfocó una formación con la intención de ser coherentes con el proyecto y que fuese lo más abierta y participativa posible.

Así, además de asistir todos los miembros del comité de gestión ética, se dio la posibilidad, de participar, entre todo el personal de la organización que estuviera interesado.

Se formó un grupo de 25 personas de composición variada compuesto por personal técnico, miembros del comité de empresa, conductores y conductoras, personal de mantenimiento y directivos.

Se efectuaron 5 talleres de formación, que fueron también el escenario de la creación del plan de RSC. En cada sesión, se analizaban los diferentes elementos que iban apareciendo y, a partir de ahí, se tomaban decisiones de forma conjunta. Luego, entre sesión y sesión, se iban construyendo fases el plan, que después se analizaban y validaban en el seno del grupo.

En esta fase, fue imprescindible la confianza de la dirección en el equipo de trabajo, y fue muy enriquecedor y gratificante aprovechar la oportunidad de reunir a personas de distintos ámbitos de la empresa para la construcción del plan de RSC.

Otro aspecto clave para la elaboración del plan fue la identificación, análisis y consenso de los grupos de interés de la organización. Inicialmente, se identificaron 5 grandes grupos (ver identificación en cuadro 1).

Una vez identificados, se siguió una pauta con una serie de preguntas acerca de cada uno de ellos donde prevalecieron las preguntas ¿Qué valor aporta la organización a cada grupo de interés?.

Estos son los primeros 5 grandes grupos de interés que identificamos:

Cuadro 1

USUARIOS
ADMINISTRACIÓN
TRABAJADORES / ACCIONISTAS
PROVEEDORES
SOCIEDAD

Una vez identificados, se establecieron las necesidades y expectativas que el grupo de trabajo consideró que cada uno de ellos pretende de TUSGSAL.

Después se concretó el marco de relaciones con cada uno de los grupos de interés basadas en el diálogo, estableciendo niveles y canales de comunicación, y finalmente se elaboró un plan de acción basado en el ciclo de mejora continua.

De este trabajo de colaboración, derivaron más de 100 acciones e indicadores asociados a todos los grupos de interés, incluyendo acciones transversales.

Se trabajó para agrupar las acciones, y, finalmente, se decidió plantear como objetivo del ejercicio 2018, 7 de ellas con la intención de ir estableciendo objetivos anuales en los ejercicios posteriores hasta desarrollar todas las acciones identificadas en este primer plan de RSC. El cual se planteó con una vigencia que llega hasta el año 2020.

Se catalogaron de prioritarias dos cuestiones básicas: por un lado consolidar el Plan en la estrategia de la empresa, y, por otro implementar, en primera instancia, los objetivos en el Sistema Integrado de Gestión de la empresa, además de especificar la correlación de los mismos con los 17 ODS de Naciones Unidas [5].

Cuando las fases de asentamiento, capacitación y formación, análisis y planteamiento de objetivos definidas estuvieron ya abordadas; fue necesario pasar a analizar qué aspectos podían ayudar a poner en marcha el Plan y las posibles reticencias o dificultades de cara a su implantación.

También se definieron los órganos de gestión, participación y seguimiento del plan; y se diseñaron, en base al sistema integrado de gestión, fichas de proyecto para cada una de las acciones a poner en marcha.

Los órganos de gestión y funciones que quedaron definidos fueron los siguientes:

Presidencia/ Comité de Dirección.

- Impulsa y asegura el Plan de RSC y vela por su integración en el Plan Estratégico, en la cultura y en la gestión de TUSGSAL, y externamente, en su ámbito de influencia.
- Realiza el seguimiento de la hoja de ruta y recibe información de su evolución periódicamente y valida las propuestas de la Dirección de RSC/ Gestión Ética.
- Toma las decisiones de inversión necesarias para aplicar adecuadamente el Plan de RSC.
- Faculta al departamento de RSC y al Comité de Gestión Ética para proponer a las diferentes áreas los proyectos a realizar.

- Eleva al Consejo de Administración las principales líneas estratégicas y los principales resultados del Plan de RSC. A su vez, transmite a al departamento de RSC y al Comité de Gestión Ética los acuerdos de la misma al respecto.
- Aprueba la estructura y composición de los órganos de gobernanza de la RSC, a propuesta del departamento de RSC.

Responsable de RSC y del Comité de Gestión Ética

Funciones

- Asegura la ejecución y coordinación del Plan de RSC en tiempo y forma y trabaja para extender de forma transversal la cultura de RSC en todas las actuaciones de TUSGSAL, en las empresas del grupo y en todos sus ámbitos de influencia interna y externa.
- Impulsa la elaboración de acciones potenciadoras de RSC en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, las tendencias generales y del sector, la realidad de TUSGSAL y las expectativas cambiantes de los grupos de interés.
- Identifica riesgos y oportunidades.
- Lidera, coordina y apoya al Comité de Gestión Ética, asegurando la implicación de sus miembros y el adecuado seguimiento de los proyectos e indicadores.
- Vela por la adecuada definición e implantación del marco de relaciones con los grupos de interés, manteniendo abiertos los canales de diálogo que garanticen altos estándares de comunicación y confianza mutua.

Comité de Gestión Ética

Funciones

- Colabora con la persona responsable de RSC en la planificación, coordinación, implantación, seguimiento y mejoras del Plan de RSC.
- Coordina, impulsa, apoya y hace el seguimiento de los proyectos de RSC con los equipos y departamentos responsables de su ejecución.
- Promueve y difunde la cultura y los valores de la Responsabilidad Social y la Sostenibilidad de manera capilar y transversal dentro de la empresa.
- Colabora con la persona responsable de RSC en la implantación del marco de relaciones con los grupos de interés.
- Asegura y aplica en la práctica la necesaria transversalidad del Plan de RSC.

Equipos de proyecto (transversales y por grupos de interés)

Funciones

- Ejecutan los proyectos y las actuaciones recogidas en el Plan de Acción de Responsabilidad Social Corporativa.
- Colaboran e informan periódicamente de la evolución de los proyectos al referente correspondiente del Comité de RSC y, en su caso, a la dirección de RSC.
- Participan activamente en el análisis de riesgos y oportunidades de RSC.
- Elevan al Comité de RSC propuestas y recomendaciones para la mejora del desempeño de TUSGSAL en su RSC.
- Actúan de manera coordinada con otras áreas y ámbitos de actividad de TUSGSAL para asegurar de manera transversal el éxito del Plan de Acción de RSC.

Otro aspecto fundamental, fue el diseño de un plan de comunicación que empezó con una sesión de presentación y aprobación por parte de la dirección general y el consejo de administración de la empresa. El primer paso, fue presentar el Plan de RSC a los cuadros y mandos de la empresa y publicarlo en la intranet de la que dispone TUSGSAL.

Se consideró que la mejor forma de integrar la RSC en el Sistema de gestión de TUSGSAL, sería obtener la certificación que otorga la entidad certificadora AENOR, en la norma IQNet SR10 [1], proceso que se encuentra en fase de implementación en la actualidad, manteniendo el objetivo de obtener la certificación mencionada antes del fin del año 2019.

Además, y en la misma línea de lo apuntado en el párrafo anterior, la dirección general de la empresa ha dispuesto que el departamento de RSC, desde el mes de septiembre del año 2018, forme parte del área de gestión estratégica de la empresa, área que engloba la gestión de la calidad, sostenibilidad ambiental y gestión de la energía, seguridad y salud laboral, seguridad vial y atención al cliente.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos del trabajo realizado se detallan en:

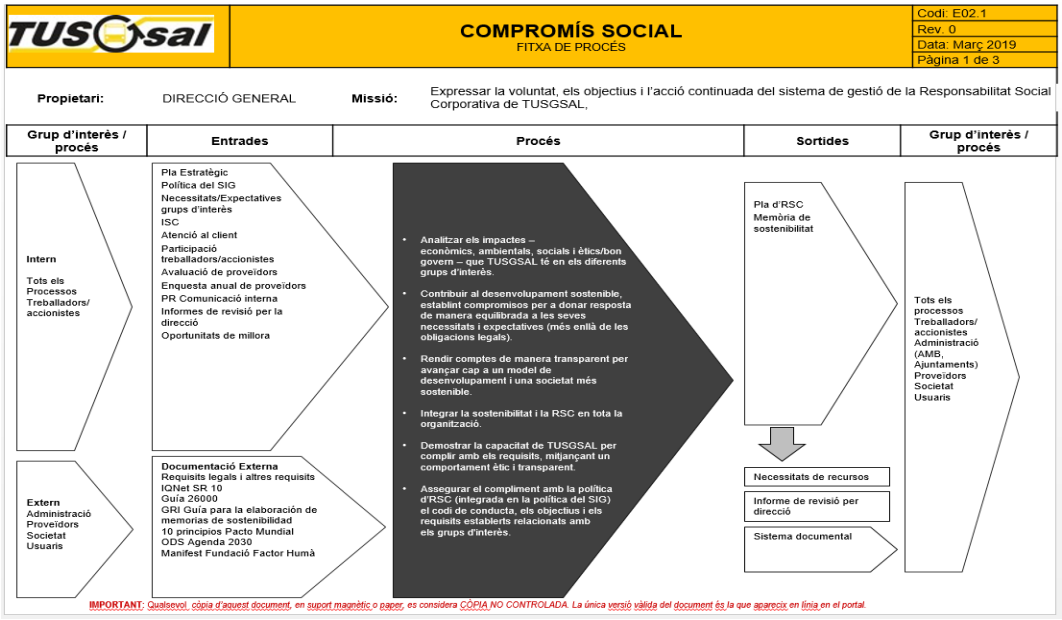
- Desarrollo del Plan de RSC 2018-2020 de TUSGSAL, del que ya se ha ido hablando a lo largo del presente paper.

- Objetivos de RSC incluidos en la planificación del SIG 2019 cuyos objetivos son:

1. Diseño de un sistema de diálogo para recoger periódicamente necesidades y expectativas y conseguir altos niveles de confianza.
2. Elaboración de una política y / o procedimiento sobre compra ética y responsable.
3. Diseñar un Plan de divulgación y sensibilización.
4. Obtener la certificación IQNet SR10 [1].
5. Continuar adheridos al Pacto Mundial de Naciones Unidas al que la empresa se adhirió en 2018.[4]

- Integración real de la RSC en el SIG.

TUSGSAL dispone de un mapa de procesos integrado en el que se desarrolla la gestión de la empresa en todos sus aspectos, la última versión está adecuada a las nuevas versiones de las normas UNE EN-ISO 9001:2015 y UNE EN-ISO 14001:2015, en él se ha incluido, entre otros, un nuevo proceso llamado "COMPROMISO SOCIAL" que define el compromiso de TUSGSAL con la RSC. A continuación se observa el diagrama de flujo de este nuevo proceso integrado:



- Código de ética corporativa. El equipo de trabajo del Plan de RSC de TUSGSAL elaboró un Código de ética corporativa basado en los valores definidos por el personal de forma participativa, este Código engloba los comportamientos esperados del personal de la empresa y está validado por la Dirección General, además se comunicará a todas las partes interesadas de TUSGSAL.

- Guía de compra saludable, responsable y sostenible.[3] A través de esta política se establece que los productos o servicios adquiridos por TUSGSAL cumplen con los requisitos en base a: — Impacto ambiental y eficiencia energética. — Aspectos relativos a la producción de los bienes como las condiciones de trabajo, los precios, plazos, etc. — El impacto que en el entorno social pueda tener la compra en áreas como el desarrollo local, la seguridad, etc. — La actitud desde la cual se realiza la compra, implicando valores éticos que impregnan el proceso de decisión en los ámbitos de salud laboral, medioambiental, social y económico. Esta guia aglutina documentos guia que se habían confeccionado para la gestión mediambiental y de la Seguridad y salud en el Trabajo, haciendo de todo ello un solo documento.

CONCLUSIONES

De la experiencia de implantación de un plan de RSC, se puede vislumbrar la importancia de que los valores organizacionales de la empresa estén ligados a la RSC siendo un aspecto clave para la integración de la misma en la gestión.

Otro aspecto fundamental es, sin duda, el apoyo de la dirección de la empresa desde el inicio del proyecto, esto es básico para poder empezar a trabajar.

Asimismo, otra de las claves del éxito tiene que ver con la transversalidad y la participación en el proyecto, y su puesta en escena vendrá cuando las personas que trabajan en la empresa, que son el motor de la misma, sientan los aspectos de RSC como suyos. En TUSGSAL, esto fue posible debido a que para que esto sucediera se facilitó la participación real de las personas desde el inicio del diseño del sistema.

Además, hemos detectado en el proceso, los siguientes aspectos que pueden favorecer la integración:

- Integrar la RSC en el SIG, para evitar generar un sistema de gestión "paralelo" que pueda replicar acciones y objetivos que quedan imbricados entre la RSC y otros ámbitos de gestión como pueda ser medioambiente o seguridad y salud laboral, fortalece y refuerza el crecimiento del sistema de gestión, la estrategia empresarial y, por consiguiente, la propia empresa.
- Establecer un sistema de control de RSC integrado en el SIG (objetivos e indicadores) siendo muchos de ellos comunes, facilitará el ciclo de mejora continua y mejorará la transversalidad en la organización.
- Un liderazgo orientado a la cultura de la RSC facilitará la integración de sus fundamentos.
- Alinear la estrategia de la empresa con el SIG y la RSC, es un elemento clave para la consecución de los objetivos.
- Establecer una comunicación eficaz entre las personas responsables de los procesos, es indispensable para el éxito de los objetivos de los mismos.
- Disponer de canales de comunicación interna y externa totalmente alineados es un elemento favorecedor de sensibilización a todas las partes interesadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Estándar internacional de gestión y mejora IQNet SR10, desarrollado por la red internacional de certificadores.

[2] Norma internacional ISO 26000, Guía sobre responsabilidad social,

[3] Guía de Compras Sostenibles. Proyecto ENECO

[4] https://www.pactomundial.org/category/aprendizaje/10-principios/

[5] https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

[6] https://factorhuma.org/ca/la-fundacion/manifiesto-factor-huma

EL CONOCIMIENTO EN LA ERA DIGITAL

RESUMEN / ABSTRACT

La evolución de la enseñanza en la era digital es un proceso inevitable como necesario, en él toda la sociedad académica (maestros, alumnos, directivos, etc.) debe adaptarse a los cambios vertiginosos que se dan en corto tiempo. Por lo anterior, el método de enseñanza ha variado sustancialmente en todos los sentidos y en todos los ámbitos pedagógicos. No solo asiste a una auténtica revolución dentro del aula, sino que además el estudiante indaga, investiga, y encuentra información siguiendo patrones esencialmente distintos.

Cada vez los alumnos tienen más acceso a la misma información y los mismos recursos que el profesor, en estas circunstancias, de nada servirá que el docente se dedique a transmitir conocimientos, tendrá que actuar de facilitador, de guía para que el alumno seleccione, integre, reelabore la información y consiga el aprendizaje significativo. El problema del Internet de hoy es que se asume que todo es fiable, pese a que hay dos niveles claramente diferenciados, uno superior con fuentes de conocimiento fidedignas y otro inferior que puede verse malversado por falsos conocimientos de gente inexperta o con ánimo de desinformar.

Es por lo anterior que se requiere orientar a los estudiantes a aprender a buscar y utilizar los hipervínculos adecuados que los alejen de una información malversada o poco fiable que puede actuar como un virus para aquellos que buscan contenidos que asimilar en la Red, en cualquiera de sus textos.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

enseñanza en la era digital
ámbitos pedagógicos
problemas de Internet para los estudiantes

AUTORES / AUTHORS

Maria Elena Diaz Hernandez
Instituto Politécnico Nacional
mediazh1@hotmail.com
María Salome Infante Chavira
Instituto Politécnico Nacional
infantechaviramariasalome@yahoo.com.mx
Juan Daniel Vera Olivares
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
jveraolivares@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El método de enseñanza está variando sustancialmente en todos los sentidos y en todos los ámbitos de la vida pedagógica. No solo se asiste a una auténtica revolución dentro de las aulas, sino que además el individuo indaga, busca, investiga (y a menudo hasta encuentra) información siguiendo patrones esencialmente distintos.

Comparado con los procedimientos más propios y naturales del siglo XX, las perspectivas y opiniones son muy encontradas. Felipe Carlos Martínez Prieto, presidente del gremio de libreros de Castilla y León, tiene claro que "el hábito de lectura se frena y se deteriora", y añade: "Hay un problema estructural de fondo que es asimilar ese hábito de lectura y ligarlo al concepto de conocimiento".

Para Martínez Prieto es esencial la preservación de ese hábito de lectura, cada vez más en peligro por el impacto de las TIC, que considera "magníficas para la gente que sabe leer, que tiene ese hábito de lectura; pero constituyen una trampa para las nuevas generaciones incapaces de asimilar un texto extenso después de habérselo leído".

Una actitud más optimista es la del también librero Fernando Contreras, presidente del Gremio Madrileño de Libreros de Viejo, convencido de que "Internet puede conseguir que la gente lea más". No obstante, Contreras también ve un problema de fondo importante, que es la fiabilidad del texto escrito: "El problema del Internet de hoy es que se asume que todo es fiable, pese a que hay dos niveles claramente diferenciados, uno superior con fuentes de conocimiento fidedignas y otro inferior que puede verse malversado por falsos conocimientos de gente inexperta o con ánimo de desinformar".

El librero madrileño asevera que una información malversada o poco fiable puede actuar como un virus para aquellos que buscan contenidos que asimilar en la Red, en cualquiera de sus contextos. No obstante, Contreras deja espacio para cierto grado de esperanza cuando afirma que para él "es genial si la fuente del conocimiento digital es una universidad o un profesor", aunque nunca deja de llamar a la prudencia: "Muchas bibliotecas virtuales no son fiables, ni pretendidos centros o fuentes de conocimiento virtual como Wikipedia".

METODOLOGÍA

Hacia una docencia virtual.

El profesor y experto en telecomunicaciones Enrique Dans, sin embargo, se lamenta de la actitud asumida por muchas personas de denostar y negar la veracidad de la enciclopedia web por excelencia, pese a datos que equiparan la fiabilidad de Wikipedia con otras enciclopedias escritas en papel y mejor consideradas ante los ojos de los expertos. Dans es, sin duda, el mayor defensor del papel de las nuevas tecnologías para el ámbito educativo: para él, la evolución de la enseñanza tradicional a la enseñanza digital "era un proceso tan inevitable como necesario, había que aspirar a adaptarse"; y no duda en señalar lo que considera el defecto más importante del método educativo del siglo XXI: "Hay metodologías que son absurdas, las unidireccionales en las que el profesor impartía sus clases leyendo sus apuntes y los alumnos copiaban sus palabras".

Martínez Prieto considera que son las nuevas tecnologías de la información las que deben adaptarse y amoldarse al proceso social que con frecuencia reconduce el sistema educativo: "Hay que situar las TIC en su justa medida, no son buenas si el usuario depende de ellas y no sabe usarlas ante los cambios sucesivos en los modelos de docencia".

Dans, por su parte, sostiene que es el propio sistema educativo el que debe adecuarse a los nuevos avances tecnológicos: "Hemos pasado de la comunicación bidireccional a una comunicación multidireccional. Es necesaria una nueva metodología del aprendizaje, que redefina el concepto de profesor".

El aprendizaje 2.0

Pero los expertos no son los únicos que no se ponen de acuerdo ante esta disyuntiva digital. También los estudiantes mantienen opiniones encontradas ante los peligros y las virtudes de Internet como herramienta educativa. Es el caso de Víctor Rivero, un estudiante de Ávila de 24 años sin perfil en las redes sociales, licenciado en Historia y que actualmente estudia Periodismo a través del Plan Bolonia: "Pese a que Internet proporciona un acceso rápido y democrático a la cultura que antes era imposible, no aporta nada como método digital de la enseñanza. Un Power Point no difiere demasiado de una pizarra".

Esther Atienza es una estudiante palentina de 25 años que acaba de licenciarse en Psicopedagogía y cuenta con el diploma en Magisterio con especialización en Educación Infantil. Sus opiniones no difieren mucho de la de Contreras ("Internet abre muchas puertas, pero cierra otras tantas. No todas las fuentes valen") o la de Martínez Prieto ("Lo primero es enseñar a utilizar Internet. Después la persona tiene que usarlo con criterio"). Atienza lo tiene claro para un futuro profesional con niños y adolescentes en las aulas: "Para asignaturas como Lengua y Matemáticas prefiero utilizar el método tradicional, ya que en la vida cotidiana se sigue usando el boli y el papel".

No obstante, también hay otros estudiantes con más fe en las virtudes de las TIC que en sus defectos. Es el caso de Encarna Sandonís, una estudiante de periodismo de 44 años licenciada en Administración Contable y Diseño y Moda. Para Sandonís "no es lo mismo enseñar matemáticas o tecnología con las TIC que sin ellas. Se exige una mayor implicación. Hay mucho de psicología, aunque no te guste lo tienes que hacer. Las TIC ayudan a que la persona se integre en la asignatura, se implique, tenga curiosidad, que vea sus propios logros…".

Pese a que Sandonís también reconoce que "se necesita cierto control sobre las TIC y no todo es válido", no deja de defender el valor educativo de las TIC, y añade que la importancia de la evolución es capital: "Es evidente que hoy a la gente le llega la información de otra manera, lo que no quiere decir que ésta sea la mejor manera". Sandonís concluye: "El mayor problema al que se enfrenta el aprendizaje digital son los gurús que creen dominarlo todo, cuando además de la técnica es importante dominar el lenguaje".

En América Latina la sociedad del conocimiento es apenas una quimera porque todavía no se han dado las condiciones sociales y culturales que ayuden a un cambio de paradigma en cuanto a lo que se considera desarrollo, producción de innovaciones y de conocimiento, en el sentido de inclusión social y digital de los grupos sociales más vulnerables y desfavorecidos.

Por este motivo, la presente investigación tiene como objetivo abordar el tema de los desafíos que planta la sociedad del conocimiento a la región, de manera que en una primera parte se trata el problema de la incidencia de las tecnologías de la información y la comunicación en la construcción del conocimiento, sobre todo del llamado "conocimiento situado" o "conocimiento útil", básico para la resolución de problemas de la vida cotidiana, especialmente de los sectores populares. Se insiste en la necesidad de que este tipo de sociedad rescate el carácter humano y social de la ciencia y la tecnología, así como su dimensión ética.

En otro punto se analiza la innovación social como condición necesaria para la inclusión social en la sociedad del conocimiento, así como indispensable para el logro de la participación de comunidades y redes sociales en la producción del saber, de conocimiento y de contenidos para las tecnologías de la información y la comunicación, de forma que se puedan reducir las brechas o abismos entre sectores, grupos e individuos.

En posteriormente se aborda la inclusión digital como parte de las iniciativas por la inclusión social y como un proceso mediante el cual las comunidades se apropian del desarrollo tecnológico, sus aparatos y redes para aplicarlos en un uso social que les permita mejorar sus condiciones de vida y participar en igualdad de condiciones en un mundo globalizado.

Para concluir, se proponen acciones de intervención social en el interior mismo de los grupos sociales involucrados y algunos lineamientos para la educación y la formación de las comunidades, de manera que puedan ser capaces de utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para su bienestar y beneficio

Sobre la Sociedad del conocimiento y la incidencia de las TIC

Es mucho lo que se está discutiendo actualmente sobre la sociedad de la información como una sociedad del conocimiento, lo que ocurre es que el conocimiento entendido como saber ocupa cada vez más un lugar preponderante, ya que se ha vuelto imprescindible para cualquier actividad de las personas. Pero eso no significa que el conocimiento como actividad humana y social no existiera en otras épocas, sino que han ocurrido grandes cambios científicos, tecnológicos y sociales que lo ubican como eje central de las relaciones sociales del ser humano en el mundo contemporáneo.

Uno de esos cambios tiene que ver con el surgimiento de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que han puesto a disposición del individuo grandes flujos de datos e informaciones, a partir de los cuales los sujetos sociales pueden iniciar nuevas búsquedas de conocimiento, otras formas de aplicación de éstos y diversos modos de asimilación e interpretación de la información recibida.

Sin embargo, debemos dejar sentado que tanto la tecnología como los flujos de información han sido el producto del desarrollo y avance del conocimiento mismo, ya que el conocimiento "es un organizador de la información y un orientador de la tecnología, algo que les otorga sentido a ambos; por eso ante un mundo tecnificado y lleno de información, el conocimiento es lo que da carácter social a ellos" (Infante y Otros, 2007:121).

Y es que el conocimiento es un vector estratégico para generar valor agregado a la información y potenciar el aprendizaje y el ingenio humano. El conocimiento implica un proceso de producción del intelecto donde los datos son los elementos o insumos básicos en bruto, la información es la integración de los datos con un significado definido y el conocimiento, como cúspide, es la utilización de la información por parte de un sujeto para resolver problemas y tomar decisiones (Páez citado por Silvio, 1993:13).

En función de lo anterior, se puede indicar que la Sociedad del Conocimiento no se reduce a una mera "Sociedad de la Información", donde es posible vincular las TIC entre sí para multiplicar los flujos de información, sino que hace falta especialmente vincular a las personas para que, mediante su ingenio, inteligencia y creatividad, busquen nuevas formas de generar desarrollo social cualitativamente diferente (Pineda, 2004).

En la sociedad del conocimiento lo importante serían las personas y no las tecnologías, porque ellas son las únicas capacitadas para reorientar la información y convertirla en conocimiento. Por lo que debe ser una sociedad humana, éticamente sustentada en la idea de la cooperación y la solidaridad. Su norte debe ser el desarrollo del intelecto de los hombres, de su capacidad creativa e inventiva, a modo de que puedan desarrollar procesos cognitivos que le permitan contextualizar los flujos de información de acuerdo con sus circunstancias y aplicarlos en la solución de sus problemas. (Abram, 1999).

El conocimiento también es social porque se convierte en un "pegamento de la sociedad", porque es valorado y transmitido como algo útil para todos y se hace indispensable para continuar con la vida colectiva, de modo que el conocimiento adquiere un alto valor cultural, por su papel indispensable en las interacciones sociales de las personas, por su poder como guía de la acción y el orden social ya que genera capacidad de predicción y confianza para saber cómo actuar en la vida social (Infante y Otros, 2007:131).

De manera que el conocimiento, en la actualidad, está dejando de lado su concepción exclusiva de saber científico estatuido, propio de los investigadores, para unirse a un concepto de saber contextualizado con la vida de la gente. Por lo que el conocimiento es tanto "explícito como implícito, es decir, producto no solo de procesos de investigación científica-tecnológica sino de la experiencia acumulada y de otros procesos de producción e innovación generados por los sujetos" (Pírela, 2004:35).

Si bien es cierto que la información es un dato que incluso puede ser procesado para disfrute de otros, el conocimiento como saber y dentro de una concepción holística, remite más que a la idea de "experto" a la idea de "sabiduría". Eso implica que se debe producir una especie de "apropiación" por parte del individuo de ese dato, que al ser aplicado, recreado, reinventado potencia el aprendizaje y da lugar a un conocimiento cercano a su vida que le sirve para saber ser, saber pensar, saber hacer y trazarse un proyecto de vida digno. (Ander-Egg, 2001: 125).

Entendiendo, pues, que el conocimiento es base fundamental para la organización de un proyecto de vida, porque otorga visión y poder para la acción social en un momento histórico y situacional, es que se hace necesario abordar el tema de "la Sociedad del Conocimiento" como un asunto estratégico para trazar alternativas frente a los cambios.

Si se considera que la Sociedad de la Información es una sociedad de los flujos de información permanente y que la sociedad de la comunicación es una sociedad de las relaciones humanas y sociales a través de las redes, la sociedad del conocimiento nos deberá conducir hacia un tipo de sociedad de "la inteligencia interconectada", como lo indica Tapscott (1999). Y eso quiere decir, una sociedad donde el conocimiento y el saber fluyan a través de las TIC, para permitirle a los sujetos desarrollar sus cualidades de creación e innovación, pero eso solo será posible si se aprovechan las oportunidades que brinda el desarrollo tecnológico e informático en pro del bienestar social de la humanidad y si se utiliza el conocimiento generado con una conciencia crítica.

En consecuencia, la Sociedad del Conocimiento es apenas una sociedad en construcción, que como proyecto requiere de una constante revisión, ante la cual no podemos mantenernos pasivos, porque la realidad actual nos demuestra que el conocimiento se está conformando como una materia prima fundamental en las sociedades del futuro.

Debido a que las TIC juegan un papel importante en la Sociedad del Conocimiento, analizamos cómo ellas están incidiendo en la construcción de este tipo de sociedad:
Por un lado, debemos reconocer que esta tecnologías están cambiando la constitución de los mapas mentales de los individuos, sobre todo de los niños y jóvenes, quienes en sus permanentes contacto con aparatos digitales y en sus vinculaciones interpersonales a través de las redes, están desarrollando otras formas de pensamiento y modos de ver y comprender el mundo. En sus interacciones virtuales van adquiriendo nuevos artefactos cognitivos (inmateriales e intangibles) que les sirven como estructuras o sistemas de interacciones que producen información, comunicación y conocimiento, los cuales por su naturaleza intelectual se funden con las maquinas mismas (como artefactos físicos) en una relación simbiótica.

RESULTADOS

Las TIC ayudan a desarrollar nuevas formas de aprendizaje y de comunicación, no solo referidas a la adquisición de destrezas operativas diferentes sino a la extensión de las facultades intelectuales, ya que ellas pueden prolongar los sentidos humanos, pero también el cerebro y su capacidad de inteligencia y conocimiento. Piénsese en los avances en el campo de las nanotecnologías, la inteligencia artificial y las neurociencias, y en las potencialidades para el desarrollo de tecnologías cada vez más avanzadas que entrarán en interfaces con el cerebro humano (nanos chips inteligentes) para aumentar su capacidad intelectual.

Por otro lado, las TIC, por su carácter interactivo, están modificando drásticamente las relaciones de comunicación de los humanos y los modos de interacción con las fuentes del saber y el conocimiento, haciéndolas más expeditas, directas y puntuales para el sujeto, con lo cual inciden en las nuevas formas de producción, de clasificación y de transmisión del desarrollo científico y tecnológico; además como ellas se encuentran disponibles para un gran número de personas facilitan que el acceso a la producción de conocimiento no esté restringido a solo expertos y eruditos.

Como la interactividad es la principal característica del nuevo proceso comunicacional, el usuario puede llegar a ser un sujeto activo y motor del conocimiento, ya que se mueve en un espacio virtual sin frontera y se encuentra abierto a otros modos de aprendizaje diferentes a los clásicos. Esa condición genera un usuario con una visión más amplia de los problemas y con un poder de ubicuidad que lo hace capaz de conocer sucesos que ocurren en distintas partes del planeta, de forma simultánea; así como emitir juicios, establecer posiciones, interactuar con otros y tomar decisiones más acertadas en su vida cotidiana y social (Pineda y Otros, 2003: 259).

Las TIC contribuyen como vehículos para hacer posible la circulación, el uso, el acceso, la representación y la creación del conocimiento. Las potencialidades de las TIC para generar conocimiento como valor agregado son ilimitadas y todavía no del todo conocidas, pero para que podamos sacarles partido a todas esas posibilidades, el elemento central no es el desarrollo tecnológico en sí, sino la formación de las personas y el fomento de la innovación y la inventiva colectiva, lo cual es clave para el logro del desarrollo económico y social que eleve el nivel de vida de las personas.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Sociedad del Conocimiento, inclusión social y participación en la producción de saberes

Si la Sociedad del Conocimiento es aquella de “la inteligencia interconectada”, deberá implementar mecanismos para potenciar en todos los sujetos procesos de aprendizaje, lo cual implica que esta sociedad debe ser de inclusión social, donde la innovación colectiva contribuya al mejoramiento de las condiciones de vida de los ciudadanos. Para esto es necesario que se integren y no sean excluidos.

La innovación social es un basamento central ya que significa “el desarrollo de nuevos procesos, prácticas, métodos o sistemas para llevar a cabo procesos tradicionales o tareas nuevas que se hacen con la participación de las comunidades y los beneficiarios” (La Iniciativa de la Comunicación, 2009). Por lo que la innovación por sí sola no es suficiente si no se involucra a los actores de su propio desarrollo, se fomenta el sentido de la participación y la cooperación ciudadana, ya que las decisiones tienen que ser tomadas en comunidad y tienen que ser de carácter social.

Para que la innovación social de sus frutos a largo plazo y pueda ser sostenible en el tiempo y aplicable a otros lugares, deberá tender al desarrollo permanente de las personas, de sus capacidades de imaginación y de expresión de sus ideas, así como al alfabetismo tecnológico de los sectores con menos posibilidades de acceso y de uso a los avances tecnológicos. La innovación social tiene que necesariamente apoyarse en la constitución de redes que, como modalidades organizativas, se vinculen a la vida cotidiana de las personas, a sus relaciones de proximidad, vecindad, amistad y se constituyan en un medio para la participación social (García Dalmas, 2006:23).

La producción de conocimiento en las redes sociales tiene que articular y confrontar el conocimiento científico con el saber popular, y debe incorporar a los sectores involucrados en la producción de saberes y conocimientos sobre su realidad, para ayudarlos a implementar acciones sociales colectivas. Los procesos de producción de conocimiento social deberán ser en el fondo procesos educativos y de aprendizaje crítico, que surgen de las relaciones permanentes entre los integrantes de las redes o grupos y del intercambio de saberes, con sus herramientas, con sus conceptos, con sus metodologías, con miras al desarrollo de una acción social (García Dalmas, 2006:24-28).

Entendiendo que en la actualidad nos movemos en un mundo cambiante, complejo y lleno de incertidumbres, ante lo cual el conocimiento que se tenía por seguro y confiable, es decir, el conocimiento científico, ha perdido sus certezas y es incapaz de ofrecer repuestas a muchos problemas contemporáneos, hace falta articular diversos saberes, incluyendo al saber popular.

En virtud de que la ciencia y el conocimiento erudito se mantuvieron por mucho tiempo alejados de los sectores populares, en esta era de la Sociedad del Conocimiento hace falta un cambio en lo individual y lo grupal que haga entender que los problemas del hambre, la miseria y el subdesarrollo no se han derivado de la falta de Ciencia y Tecnología, sino de la falta de compromiso humano, de ética, de conciencia y de poco respeto a la dignidad y derechos de las personas (Ander-Egg, 2001: 229).

Frente a los retos que plantea la Sociedad del Conocimiento y el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, el tema de la reducción de las brechas digitales se debe asumir como un principio ético que haga recuperar la igualdad social y de oportunidades para el crecimiento y desarrollo, comprendiendo que las mismas no son solo desigualdades de acceso y participación en el mundo interactivo y digital y, por ende, desigualdades para la producción y el disfrute de conocimientos compartidos, sino que son desigualdades estructurales vinculadas con una mejor distribución de la riqueza material, social y cultural.

Cualquier iniciativa que implique el desarrollo de políticas integrales de participación ciudadana en las redes de conocimiento, bien sean sociales, comunitarias o digitales deberá ser recibida con beneplácito, pero teniendo presente que la producción de saberes es una actividad que necesita de la acción de los sujetos involucrados y no de decisiones paternalistas de los gobiernos o instituciones vinculadas al desarrollo de las comunidades.

La apropiación social de las TIC y el conocimiento popular para la inclusión digital

La apropiación social de las Tecnologías de la Información y la Comunicación no es un concepto nuevo, a pesar de que en los últimos años se le asocie al concepto de inclusión digital, sobre todo a partir de las tres Cumbres de la Sociedad de la Información, celebradas en Quito (2002), en Ginebra (2003) y Túnez (2005), que comenzaron a plantear el problema de las brechas digitales y los abismos comunicacionales entre zonas del mundo (Pineda, 2005:91).

Ya para mucho antes, en la década de los ochenta, el autor norteamericano Robert White hacía referencia a este concepto de apropiación social de las TIC, en su trabajo “De las contradicciones en la comunicación democrática” (1983:66), al indicar que la apertura a una comunicación democrática en la sociedad de la información, dependería del “sentido de la información”, es decir, de su pertinencia para los grupos populares y para su proyecto de apropiación social de las nuevas tecnologías.

De modo que ese sentido de la información que White vislumbraba para aquella época como necesario en las realidades latinoamericanas, ha implicado a la larga un proceso de reinvención y reapropiación de las tecnologías y las redes digitales por parte de los individuos o comunidades para lograr una aplicación o uso social de las mismas, en términos de lo que ha venido planteado la autora mexicana Carmen Gómez Mont (2005:304), que ha supuesto una readaptación de los usos planificados por las industrias productoras de estas tecnologías, que son básicamente comerciales, por usos para la vida cotidiana y grupal de los sectores desposeídos, los cuales han revertido, mediante inventiva e imaginación, las aplicaciones previstas por el capital.

La apropiación social de las TIC no sólo es un proceso comunicacional que ha movido a las comunidades para su lograr su participación en el acceso y uso con sentido de las tecnologías y de las nuevas modalidades de comunicación e información que ellas hacen posible, sino que ha implicado la introducción de cambios progresivos en los modelos de democracia social.

Por lo anterior, si la sociedad del conocimiento quiere abrirse a la pluralidad democrática deberá ayudar a fomentar la participación y la acción de los sectores más desfavorecidos de la sociedad, porque el conocimiento o saber adecuado para la resolución de sus problemas no podrá ser aquel impuesto en recetas y fórmulas de organismos externos o de instituciones científicas alejadas de sus realidades.

Comprendiendo esa necesidad de readaptación del conocimiento, el mexicano Jorge González (2007), aporta su concepto de "conocimiento situado", que es aquel que se corresponde o es pertinente en tiempo y espacio a la solución de un problema concreto de una comunidad determinada. Es decir, es aquel que responde a una demanda social real de la gente.

La apropiación social implica también la participación de las comunidades en la producción de contenidos y en los procesos de comunicación inclusivos, como una vía de restablecer el diálogo y la organización comunitaria y horizontal, a modo de ejercer un contrapoder ciudadano.

En ese sentido, es que adquieren importancia las redes digitales de carácter social que puedan conectar a los jóvenes, mujeres, indígenas, minorías étnicas o sectores pobres para facilitarles la producción de contenidos y la generación de información y así revertir el paradigma de consumidores pasivos de lo que ya existe en las redes. Con la creación de los blogs y el potencial desarrollo de la Web 2.0, capaz de permitir esquemas de EMR, es bastante lo que se puede avanzar en este sentido, pero todavía falta mucho por hacer para fomentar que los ciudadanos generen contenidos.

CONCLUSIONES

Por tal motivo, la Sociedad del Conocimiento será aquella que impulse más el aprendizaje constante de los individuos mediante una red de instituciones formales (escuelas, universidades) y no formales, que, apoyadas en las tecnologías y las redes, faciliten la tarea de aprovechar los nuevos conocimientos que se generan en el mundo (Pírela, 2004:53).

Como la educación para la vida sería pues el eje central, se requiere invertir en la formación del capital humano, pero también en recursos informáticos porque ellos son factores esenciales hoy día en las estrategias de desarrollo de cualquier país.

Las desigualdades de participación en la generación de contenido son palpables incluso en los países desarrollados como España, donde solo el 1 % de los contenidos de la red son producidos en ese país y donde la industria de contenidos creció, en el 2008, en un 14 % (Pascual y Otros, 2008). En los países en desarrollo, los distancias en cuanto a producción de contenidos es más cruda ya que la generación de informaciones y contenidos es ínfima o casi nula.

Con el advenimiento de las TIC y la revolución digital que ellas promueven, se ha visto a la sociedad de la información y el conocimiento como un motor fundamental del desarrollo económico y de la organización social y colectiva, tanto en los países desarrollados como en los no desarrollados.

AGRADECIMIENTOS

Gracias al Instituto Politécnico Nacional por darme la oportunidad de participar en el congreso de la ORP

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRAM, Stephen (1999). "Posicionamiento de los profesionales que trabajan en las bibliotecas especializadas en la post-era de la información". *Revista de Tecnología de la Información Nº 4. Año 1: 34-38. Maracaibo: Biblio Service. C.A.*
2. ANDER-EGG, Ezequiel (2006). *La Problemática del desarrollo de la comunidad*. Buenos Aires: Lumen
3. ANDER-EGG, Ezequiel (2001*). Métodos y Técnicas de Investigación Social. Acerca del conocimiento y del pensar científico.* Buenos Aires: Lumen.
4. DE ROBERTIS, Cristina y PASCAL, Henri (2007). *La intervención colectiva en trabajo social. La acción con grupos y comunidades.* Buenos Aires: Lumen
5. GARCIA DALMAS, Alicia (2006). "Comunicación, redes y generación de conocimiento". *Revista Latinoamericana de Ciencias de la Comunicación. Nº 4: 20-29. Sao Paulo: ALAIC.*
6. GENATIOS, Carlos y LAFUENTE Marianela (2007). *Ciencia y Tecnología para el desarrollo*. Caracas: Ediciones CITECI.

7. GOMEZ MONT, Carmen (2005). “Los usos sociales de las tecnologías de la información y la comunicación en México”, en Lozano, J.C. *La Comunicación en México: Diagnóstico, balances y retos:* 303-326. Monterrey: CONEICC/ITESM.
8. GONZALEZ, Jorge (2007). “Digitalizados por decreto: cibercultura e inclusión forzada en América Latina”. *Ponencia presentada* en el X Congreso de IBERCOM. Guadalajara- México, 21 al 23 de noviembre: ASSOIBERCOM.
9. INFANTE, José y OTROS (2007). *Hacia la sociedad del conocimiento*. México: Trillas.
10. LA INICIATIVA DE LA COMUNICACIÓN (2009). Concepto de Innovación Social. *Son de Tambora* Nº 26, disponible en www.comminit.com/la. Consultado el 29 de enero de 2009.
11. PASCUAL, Maite y OTROS (2008). “Internet. Mundo digital”. *Informe Semanal.* Madrid: RTVE, disponible en www.rtve.es. Consultado el 6 diciembre 2008.
12. PINEDA, M y OTROS (2003). “La sociedad de la información como una sociedad en transición: caracterización, tendencias y paradojas”. *Revista de Ciencias Sociales* Nº 2: 252-270. Maracaibo: LUZ.
13. PINEDA, Migdalia (2004). “De la sociedad de la información a la sociedad de la comunicación y el conocimiento: implicaciones para la sociedad, la comunicación y la cultura”, *Observatorio INNOVARIUM*. Caracas, 15 de Febrero de 2004, disponible en www.innovarium.com. Consultado el 28 de febrero de 2004.
14. PINEDA, Migdalia (2005). “Sociedad de la Información, democratización de las comunicaciones y redefinición de las Políticas de Comunicación en América Latina, en la presente década”. *Anuario ININCO*, Vol. I (17):81-96: Caracas: ININCO/UCV
15. PIRELA, Johann (2004). *Los procesos de mediación en las organizaciones de conocimiento en la cibersociedad.* Tesis doctoral. Maracaibo: LUZ.
16. SAID HUNG, Elías (2007). “Transformaciones en el perfil y mapa comunicacional de los espectadores en la era digital”. *Anuario ININCO* Nº 1. Vol. 19: 177-204. Caracas: ININCO/UCV.
17. SILVIO, José (1993).” La comunicación del conocimiento en un nuevo contexto tecnológico”, en Silvio, J (COMP). *Una Nueva manera de comunicar el conocimiento*: 13-28. Caracas: Edic. CRESALC/UNESCO
18. TAPSCOTT, Don (1999). “Promesas y peligros de la tecnología digital”. *Revista de Tecnología de la Información. Nº 4. Año 1:6-20. Maracaibo: Biblio Service. C.A.*
19. WHITE, Robert (1983). “De las contradicciones en la comunicación democrática”. *Revista Chasqui* Nº 7. Quito: CIESPA

LOS RIESGOS DE LA POBLACIÓN POR EL HUNDIMIENTO DE LA CDMX: UN PELIGRO LATENTE

RESUMEN / ABSTRACT

Es posible que la Ciudad de México (CDMX) en poco tiempo deje de ser la misma tal y como la conocemos debido a la disminución en la capacidad de resistencia del suelo. Los hundimientos del suelo actualmente están afectando la mayor parte de la infraestructura de la ciudad más grande del mundo al grado de poner ya en riesgo a la población.

El 70% de agua de consumo humano en la ciudad proviene del agua subterránea y ha habido una extracción excesiva durante muchos años (Notimérica:2017), lo que ha causado el agotamiento y hundimiento vertical de la superficie reflejado en grandes grietas y socavones en gran parte de la ciudad en ocasiones con pérdidas fatales en la población así como quebrantos millonarios para el gobierno de la Cdmx.

Este trabajo reporta los hallazgos de una investigación documental en donde se analiza, sintetiza y describe con un enfoque cualitativo el riesgo de la población que habita en la Ciudad de México por las grietas y socavones generados por el hundimiento de la misma

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Los hundimientos del suelo en la Ciudad de México
Factores de riesgo en la población por hundimiento del suelo.
Consecuencias de los hundimientos en la Ciudad de México.

AUTORES / AUTHORS

MARÍA SALOMÉ INFANTE CHAVIRA
Instituto Politécnico Nacional
salynfante@gmail.com
Margarita Máfara Hernández
Instituto Politécnico Nacional
mmafarah@hotmail.com
María Elena Díaz Hernández
Instituto Politécnico Nacional
mediazh1@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La ciudad de México se encuentra asentada sobre el antiguo Lago de Texcoco, lugar en donde los aztecas decidieron en 1325 fundar la capital de su imperio, Tenochtitán. En aquél momento ellos no imaginaron las considerables consecuencias que traería este hecho con el transcurrir de los años. En el período colonial (siglos XVI-XVIII) los españoles construyeron sobre las edificaciones indígenas poniendo mayor peso y presión a la superficie que actualmente cuenta con más de 20 millones de habitantes. Lo anterior pone en riesgo a la ciudad que además de los terremotos y las amenazas volcánicas, la Ciudad de México ahora se enfrenta a otro reto: el hundimiento de la tierra

Según estudios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la cdmx tan sólo en el siglo pasado se hundió 10 metros. Aquí sería pertinente preguntarnos ¿por qué se está hundiendo la ciudad? ¿qué es lo que está ocasionando este fenómeno? ¿desde cuándo se inició este proceso? ¿cuáles serán las consecuencias para la población que habita la zona?

La subsidencia o hundimiento del terreno se define como el asentamiento gradual o repentino de la superficie terrestre debido al movimiento subterráneo de los materiales del suelo; este fenómeno suele asociarse con deformación horizontal y la aparición de fallas en el terreno causando daños significativos a infraestructura de obra civil.(Tuxpan Vargas:2019)[1]

Para su estudio e identificación se han propuesto dos categorías o tipos en México: la primera, conocida como Subsidencia Tipo Ciudad de México (STCM), se caracteriza por la formación de un patrón circular concéntrico a nivel regional causado por la consolidación del material existente (arcillas altamente compresibles); la segunda se trata de la Subsidencia Diferencial Controlada Estructuralmente (SDCE), en la cual la zona de mayor afectación se encuentra cercana y alineada con la dirección de una estructura tectónica de control (por ejemplo, una falla geológica preexistente).

[1] *I doctor José Tuxpan Vargas es investigador Cátedras Conacyt adscrito a la División de Geociencias Aplicadas del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT). Contacto: Jose.tuxpan@ipicyt.edu.mx*

METODOLOGÍA

Es una investigación documental en donde se analiza, sintetiza y describe con un enfoque cualitativo el riesgo de la población que habita en la Ciudad de México por las grietas y socavones generados por el hundimiento de la misma.

Las variables que se utilizan son las siguientes: el hundimiento como variante dependiente y riesgo poblacional, la inestabilidad en la infraestructura, muerte e incapacidad parcial y permanente así como el daño en la infraestructura como variables independientes. Entre las preguntas detonadoras se encuentran las siguientes: ¿Por qué se está hundiendo la cdmx? ¿qué lo está causando? ¿cuál es el origen?

Para determinar el estatus de hundimiento del suelo se verifica la información vertida en las diferentes instituciones oficiales y de divulgación pública general a través de sus fuentes oficiales de información, así como de los diferentes medios de comunicación. Se hace un análisis de datos históricos del hundimiento de la Ciudad de México, las normas oficiales de construcción para prevenir desastres y con ello determinar la relación de ambas en los riesgos que pueden existir a consecuencia de un desastre ocasionado por socavones, grietas, etc.

Utiliza el enfoque de derechos como referente al derecho a una vida digna y segura (protección del Estado) ya que desde principios del siglo XXI, organismos internacionales tales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) fortalecieron e impulsaron el uso de un enfoque de derechos como referente y fin último en el quehacer de las políticas públicas, bajo la premisa de que, entre otras cosas, tal visión contribuye al empoderamiento social. En la actualidad existe un consenso acerca de la necesidad de formular éstas de manera que busquen el cumplimiento efectivo de los derechos humanos, pues su observancia es imprescindible para el desarrollo integral y digno de las personas. Sensible a estas posiciones y tomando en consideración su relevancia para el desarrollo social del país, el Estado mexicano realizó el 10 de junio de 2011 una reforma al artículo 1º constitucional a fin de reconocer y garantizar a todos los individuos el goce y la protección de sus derechos humanos. También estableció que las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promoverlos, respetarlos y protegerlos.

Enmarcado en esta normativa nacional, el enfoque de derechos propuesto tiene como principal característica el reconocimiento de la existencia, por un lado, de personas titulares de derechos, que deben estar en posibilidad de hacer uso de diversos mecanismos para exigirlos, y, por otro, de titulares de obligaciones: autoridades responsables de garantizar su cumplimiento.

Desde principios del siglo XX la ciudad comenzó a poblarse desmedidamente de tal forma que las reservas de las aguas fluviales comenzaron a agotarse lo cual obligó a las autoridades a excavar pozos sin algún tipo de control. Cifras oficiales estiman que en CDMX 22 millones de personas demandan agua, quienes consumen en promedio 67.5 m3 por segundo de ellos, 60% se obtiene del subsuelo a través de pozos que maneja tanto el Sistema de aguas de la ciudad de México (Sacmex) como la Comisión Nacional de Agua. En los últimos 150 años el hundimiento acumulado es de 14 metros (Acosta:2017) en algunas zonas ocasionando afectaciones a drenaje, vías de transporte colectivo metro, edificios antiguos, casas habitación, socavones y agrietamientos.

Como actualmente los restos del antiguo lago que se encuentra debajo de la ciudad están formados por niveles arcillosos con un alto contenido de agua (humedad media de 400%), es decir, sobre terreno espeso con alta deformidad según explica el documento de la Enseñanza de la Tierra, al hundirse el suelo la estructura de la red fluvial sufre fisuras y éstas ocasionan fugas de agua. Estas fugas a su vez, erosionan el suelo provocando grandes grietas y socavones.

Cabe mencionar que según un boletín del Conacyt la ciudad se hunde de 10 a 40 centímetros por año principalmente en la zona oriente y centro de la ciudad. El hundimiento es dependiendo de la zona, así por ejemplo, en donde se ubica el aeropuerto se hunde 24 centímetros anuales, el centro histórico se hunde de 5 a 7 cms. anuales y el área en donde se encuentra el Ángel de la Independencia el hundimiento es de 2.5 cms. por año.

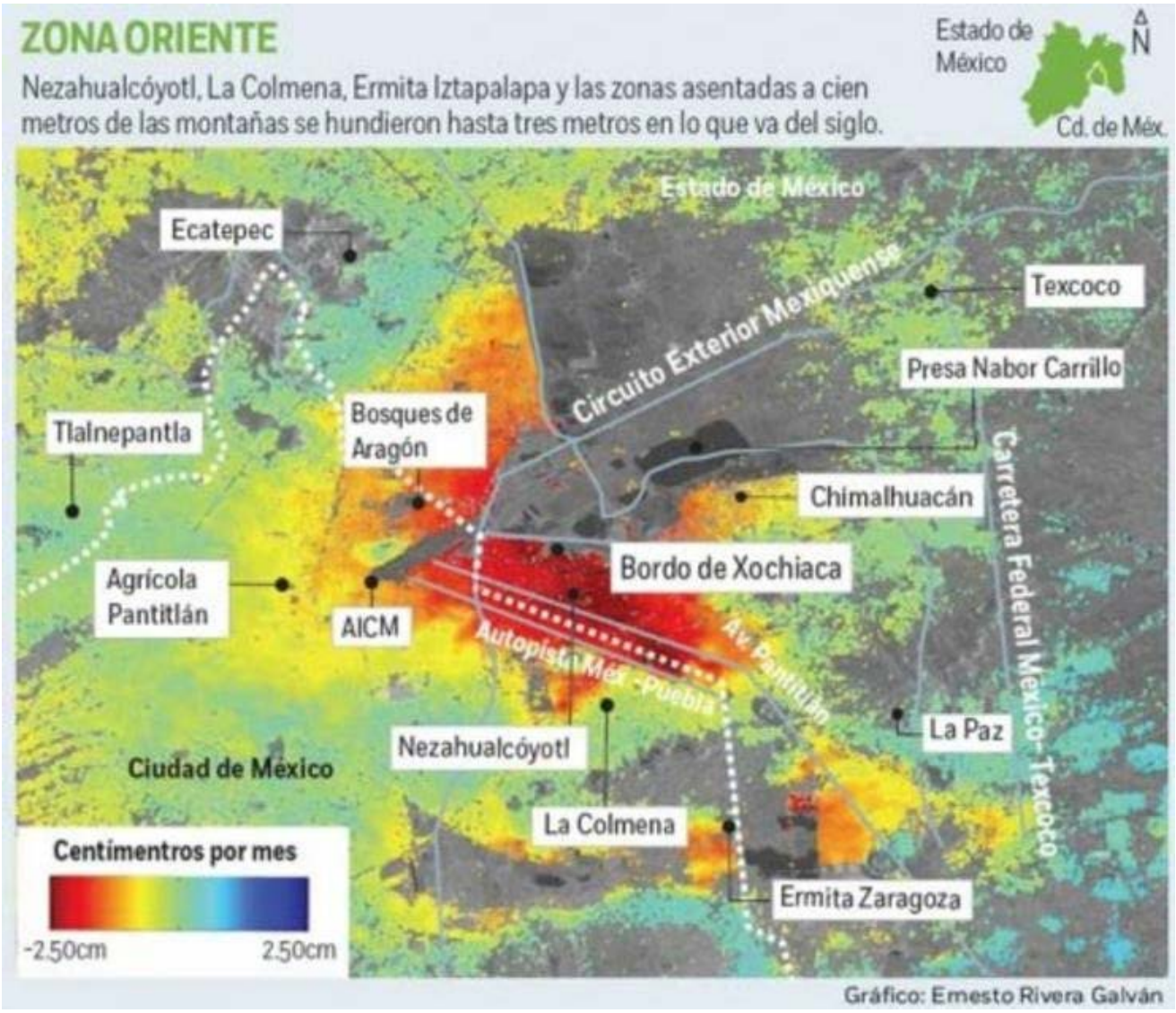


Imagen recuperada de:

https://www.posta.com.mx/cdmx/crece-hundimiento-de-cdmx

De acuerdo con Ramón Aguirre, director del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (Sacmex), el método utilizado para extraer el agua desde pozos es lo que ha provocado el hundimiento de la ciudad, con mayor énfasis en el oriente, incluyendo las delegaciones Iztapalapa, Iztacalco, Venustiano Carranza y el municipio de Ciudad Nezahualcóyotl.

Como lo se mencionó anteriormente, otro elemento que provoca el hundimiento de la cdmx es el gran deterioro que existe en la infraestructura del drenaje de agua potable.

El 7 de septiembre que pegó el terremoto de 8.1 proveniente del estado de Oaxaca, entró por la zona sur oriente del Valle de México, hacia Tlalpan, Xochimilco, Tlahuac, Iztapalapa incrementó las fisuras de estructuras fluviales subterráneas agudizándose dos semanas después con el terremoto del 19 de septiembre. Estructuras que por el período político en el que se encontraba el país Miguel Ángel Mancera, entonces gobernador de la ciudad, mencionó que todo estaba en orden motivo por el cual no se realizaron reparaciones.

Sin embargo, de acuerdo a CR Noticias entre el 60% y 70% del agua potable se fuga por fisuras en el sistema de drenaje ocasionando nuevos socavones y grietas por toda la ciudad, además de un desabasto de agua en algunas zonas como Iztapalapa y Tláhuac acentuando los riesgos en la salud de la población.

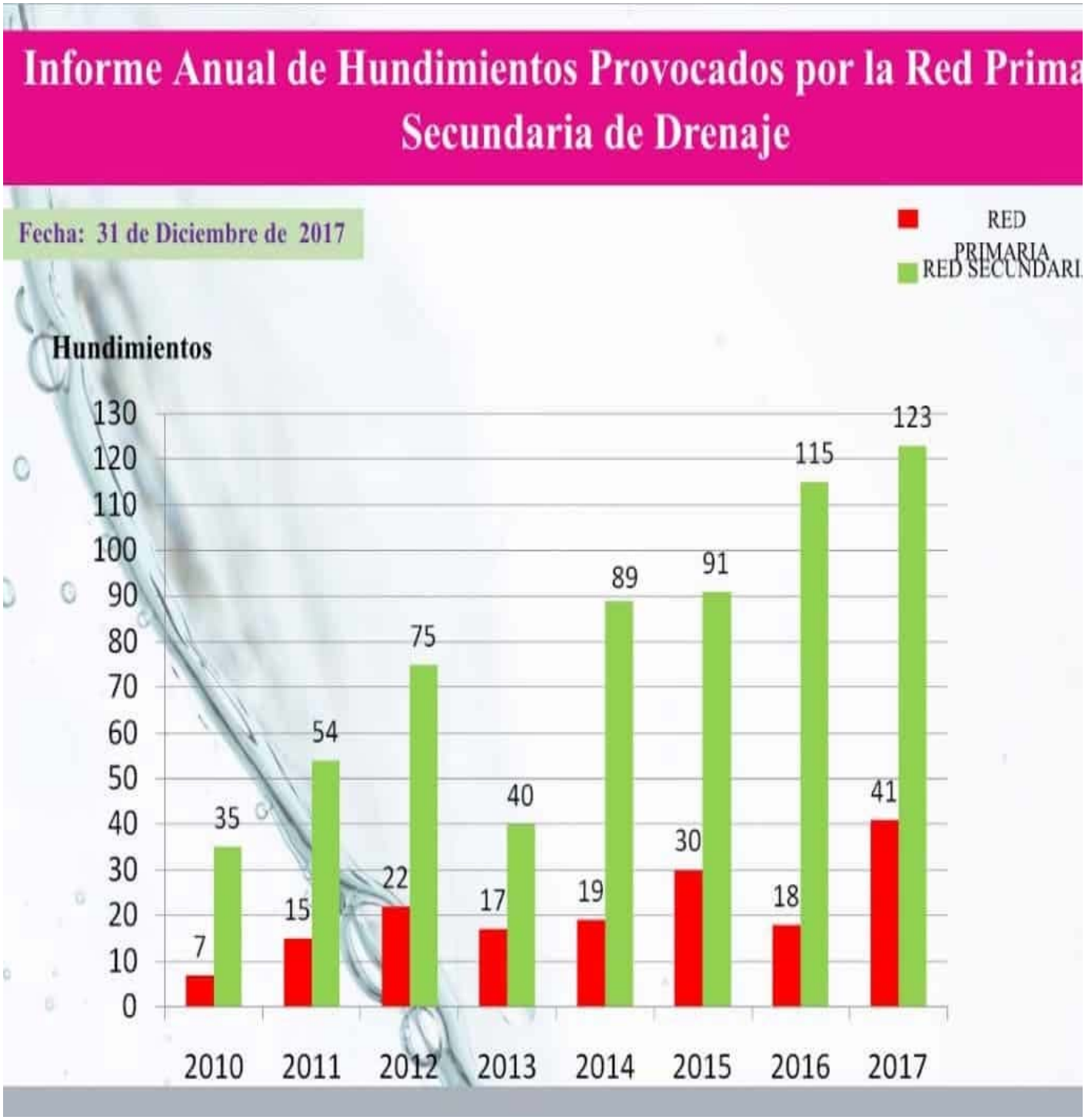


Imagen recuperada de e-consulta.com Veracruz en alianza con la Silla rota en

http://www.e-veracruz.mx/medios-externos/2018-02-15/alertan-por-mas-de-600-posibles-socavones-en-cdmx



Imagen recuperada con captura de pantalla de Noticias Azteca noticias el 19 de noviembre 2018 de:

https://www.facebook.com/AztecaNoticias/videos/hundimiento-de-la-cdmx/25...

¿Cuáles son las consecuencias del hundimiento de la Ciudad de México?

Todo depende del lugar en donde se presenten. Algunos de los efectos de la subsidencia o hundimiento son el agrietamiento y fracturas en muros y techos, rompimiento de tuberías, separación de elementos estructurales, así como afectaciones de suelo en carreteras y caminos; es un problema de riesgo geográfico latente con graves implicaciones sociales, económicas y ambientales.



Pone en riesgo por ejemplo, la operación del Sistema de Transporte Colectivo (STC). Así lo concluyó un estudio que realizó el geofísico mexicano Darío Solano-Rojas, de la Universidad de Miami y el cual se presentó a mediados de diciembre en Nueva Orleans, Estados Unidos. De acuerdo con Solano-Rojas, el hundimiento de la Ciudad de México provoca retrasos en el Metro, dobla las vías e incluso causa accidentes como el alcance de trenes en 2015 en la Línea 5.

De hecho, las líneas más vulnerables al hundimiento son la A y la 5, donde en mayo de 2015 dos trenes se impactaron en la estación Oceanía, dejando 12 personas lastimadas. Una de las causas de este accidente fue que las vías fueron diseñadas originalmente para una pendiente de tres grados en el tramo Terminal Aérea-Oceanía, pero tras años de hundimiento de la Ciudad, ahora la pendiente tiene siete grados.

Solano-Rojas dijo que el hundimiento ha sido reportado en una variedad de informes de daños e interrupciones del servicio en el Metro.

Por ejemplo se han observado grietas en las columnas de concreto que soportan las vías y doblamientos en las mismas, tal como ocurre en la Línea A.

Para abatir el problema de los hundimientos diferenciales en la Línea A, el Metro invirtió 532 millones 430 mil pesos para renivelar las vías.

Socavones: la sobreexplotación de agua y el quebrantamiento de la arcilla ocasiona presión en las tuberías y hace vacíos que con el paso del tiempo se convierten en socavones y daños en la estructura de unidades habitaciones", detalló Miguel Castillo Cruz, experto en mecánica de suelos y vías terrestres de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).





Alcances

Con este trabajo se busca que la población de la Ciudad de México tome conciencia del riesgo que corre por la situación de hundimiento en la que se encuentra esta zona del país. A la vez de que la ciudadanía residente en la ciudad y zonas limítrofes pueda tomar las precauciones que considere más apropiadas para hacer frente a los riesgos y siniestros que puedan ocasionarse por el hundimiento en su zona de residencia.

RESULTADOS

Con la investigación documental podemos establecer que el hundimiento de la Ciudad de México, se debe a la extracción desmedida de agua, lo que ocasionó con el tiempo que se formaran dos tipos de arcillas blandas en el subsuelo que abonan a desastres mayores en situaciones de sismos. Asimismo, aún en las zonas con arcillas duras y materiales granulares por debajo de los 80 metros de profundidad aportan un porcentaje considerable de hundimiento.

El gobierno de la Cdmx si bien tiene identificadas las acciones a seguir como la inyección de agua y soluciones de cimentación no las ha implementado para solucionar y reducir los riesgos para la población.

CONCLUSIONES

Dado que la Ciudad de México fue construida sobre un lago y a través de los años se ha realizado una desmedida explotación de los acuíferos hoy se presenta un hundimiento de 35 a 40 cm al año en zonas como Xochimilco y Chalco, Estado de México (Acosta:2017). Según palabras del investigador Efraín Ovando Shelley de la Universidad Nacional Autónoma de México "México está expuesto a muchos riesgos que no son de corta duración, uno de ellos es el hundimiento regional, que ocurre poco a poco, pero de manera constante, al menos desde mediados del siglo XIX […]dicho proceso es causante de situaciones críticas en muchas partes de la urbe ya que contribuye a la aparición de grietas en el terreno y a afectaciones a la infraestructura urbana, las vialidades, las casas habitación y al patrimonio arquitectónico, artístico y cultural"

De acuerdo con proyecciones del Sistema de Aguas de la Ciudad de México en materia de hundimientos, de no renovar la infraestructura de la red de drenaje secundaria en seis años para 2024 se estarían presentando más de 600 socavones al año en la Ciudad de México poniendo en riesgo a la población.

El hundimiento se debe a la desmedida explotación de los acuíferos. Pese a que expertos han recomendado dejar de extraer agua de los pozos, esta opción es inviable debido a la alta demanda del líquido vital.

Se requiere renovar al menos mil kilómetros de colectores y para ello se requeriría una fuerte inversión, sin contar las molestias que se generarían en vialidades, sin embargo, la atención a esta problemática debería ser parte de un plan hídrico para la Ciudad a 50 años.

Solucionar los hundimientos del suelo que están afectando la infraestructura del Metro requiere inversiones millonarias y suspensiones del servicio durante meses. Sin embargo, puede pensarse en iniciar con el reciclado de aguas pluviales y aguas negras para ser reinyectadas en el subsuelo para subsanar el problema, asimismo podrían recolectarse los escurrimientos de las serranías que rodean la cuenca de la ciudad de México para almacenarlo, tratarlo y distribuirlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

recuperado 26 de septiembre 2018 de:

https://www.excelsior.com.mx/comunidad/2017/11/05/1199266

Instituto de Ingeniería de la UNAM, Hundimiento de la Ciudad de México. Recuperado 2 de octubre 2018 de

http://www.unamglobal.unam.mx

López, Jonás, Se hunde el Metro de la Ciudad de México; urge aplicar acciones

Recuperado el 25 de septiembre 2018 de:

https://www.excelsior.com.mx/.../se-hunde-el-metro-de-la-ciudad-de-mexic...

La silla rota, Alertan por más de 600 posibles socavones en cdmx

Recuperado el 19 de noviembre 2018 de:

http://www.e-veracruz.mx/medios-externos/2018-02-15/alertan-por-mas-de-6...

El universal, Hundimientos en la CDMX ponen en riesgo el patrimonio cultural, recuperado 08 de marzo 2019 de https://www.eluniversal.com.mx/cultura/patrimonio/hundimientos-en-la-cdm...

Publimetro, Hundimientos ponen en riesgo al Metro de la CDMX, recuperado el 7 de marzo 2019 de:

https://www.publimetro.com.mx/.../hundimientos-ponen-riesgo-al-metro-la-...

PROBLEMAS HIDRÁULICOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y LA SITUACIÓN DE RIESGO SANITARIO EN LA EDUCACIÓN.

RESUMEN / ABSTRACT

La Ciudad de México es una de las ciudades más grandes del mundo, además de ser una de las más pobladas de México, se estima que siete de cada diez habitantes viven en una ciudad. El riesgo de mayores problemas de acceso y abastecimiento de agua se presenta con mayor intensidad a causa del crecimiento constante de la población, esta situación afecta gravemente a las urbes del país entre ellas la ciudad de México.

La red hidráulica en la ciudad de México (tuberías y colectores de la redes primarias y secundarias del drenaje) trabajan en condiciones críticas y cuentan con una antigüedad de más de 50 años, como consecuencia se pone en riesgo a los mas de 950 mil habitantes de la CDMX.

La red hidráulica en la ciudad de México se va incrementando y al igual que se incrementa la demanda de ésta, lo que provoca una incertidumbre sobre el abasto de este importante elemento en las grandes urbes.

En este trabajo se presenta una investigación documental en donde se realiza una propuesta para que las escuelas implementen algunos sistemas de recuperación de aguas que ya se han implementado en algunos edificios que recientemente se han construido en las escuelas, facultades e institutos y que ya cuentan con la infraestructura para la captación pluvial en las azoteas y los domos que cubren los patios centrales.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

La red hidráulica en la ciudad de México
Factores de riesgo en la población por hundimiento del suelo.
Algunos sistemas de recuperación de aguas

AUTORES / AUTHORS

Margarita Máfara Hernández
Instituto Politécnico Nacional
mmafarah@hotmail.com
María Salomé Infante Chavira
Instituto Politécnico Nacional
salynfante@gmail.com
María Elena Díaz Hernández
Instituto Politécnico Nacional
mediazh1@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de México actualmente se presentan problemas de grietas, fracturas, hundimientos, que provocan rupturas de las tuberías de agua generando desabasto de agua en diferentes alcaldías.

Existen diversas causas por las que no es suficiente la cantidad de agua que da abasto a los habitantes de las zonas urbanas, el desperdicio de agua provocado por fugas en la red hidráulica para darle mantenimiento se tiene que cerrar las válvulas de paso por lo que la población se ve afectada; por otra parte, no existe un sistema que permita recolectar el agua de lluvia.

“Hoy queda menos de 1% de los depósitos lacustres del Valle de México. En las últimas décadas, el Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales, AC, estima que la disponibilidad per cápita del agua de la Cuenca del Valle de México decreció 46%.”[1]

Es necesario que la sociedad se concientice de la importancia del consumo responsable del agua evitando desperdiciarla, haciendo un mejor uso de ella y buscando alternativas sustentables como la recolección y reutilización tan preciado líquido, además enseñando en las escuelas a los estudiantes la cultura del ahorro y aprovechamiento del agua.

[1] 6 problemas ambientales y sociales que colapsaran al DF. Recuperado en https://www.forbes.com.mx/6-problemas-ambientales-y-sociales-que-colapsaran-al-df/ 20 de febrero 2019.

METODOLOGÍA

En este trabajo se presenta una investigación documental en donde se realiza una propuesta para que las escuelas implementen algunos sistemas de recuperación de aguas que ya se han implementado en algunos edificios que recientemente se han construido en las escuelas, facultades e institutos y que ya cuentan con la infraestructura para la captación pluvial en las azoteas y los domos que cubren los patios centrales.

Con la variable independiente desabasto de agua en las escuelas con la variable dependiente de un sistema de recolección de agua para evitar riesgos sanitarios que puedan afrontar las futras generaciones principalmente los jóvenes.

Una de las Ciudades más grandes y con mayor población a Nivel mundial es, la Ciudad de México (CDMX), se estima que siete de cada diez habitantes viven en una ciudad.

Hoy en día existe riesgo de que se generen mayores problemas para tener acceso y abastecimiento del agua se presenta con mayor intensidad cada día, además, debido al constante crecimiento de la población está situación que afecta se agrava fuertemente en las grandes urbes del país entre ellas la ciudad de México.

Al parejo que se ha ido aumentando la demanda de agua en la misma proporción ha ido incrementando la escasez de está, por otra parte, el crecimiento constante de las urbes existe incertidumbre sobre la forma de dar abasto de este vital líquido.

En la Ciudad de México existe un déficit en el abastecimiento hidráulico lo que ha provocado una sobre explotación de los mantos acuíferos y una mayor extracción de agua del subsuelo en proporción al agua que se infiltra. El agua que se utiliza en CDMX principalmente proviene de aguas subterráneas, en menor cantidad del Rio Lerma y del Rio Magdalena. La deforestación ocasionada por la expansión urbana que demanda mayores cantidades de agua recarga los acuíferos (casi al doble) y la canalización de aguas pluviales al drenaje, misma que se desperdicia al mezclarse con aguas negras.

En la revista de cultura científica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México se menciona que:

El agua que se utiliza en el df proviene de tres fuentes: 71% de aguas subterráneas, 26.5% del Río Lerma y Cutzamala y 2.5% del Río Magdalena, de esta forma la principal fuente de abastecimiento la constituyen los mantos acuíferos. El déficit hidráulico ha inducido a la sobreexplotación de los acuíferos, lo cual es resultado de un mayor volumen de extracción de agua del subsuelo con respecto de la cantidad que se infiltra. Anualmente el acuífero se recarga con cerca de 700 millones de metros cúbicos, pero son extraídos 1 300 millones, es decir por cada litro de agua de recarga se extrae casi el doble. Los procesos de deforestación, la expansión urbana hacia sitios de recarga de acuíferos y la canalización de las aguas pluviales al drenaje indican que este desequilibrio se profundizará. Además, las expectativas de una explotación más racional y de la recarga del acuífero resultan todavía inciertas.[1]

A lo anteriormente mencionado, se agrega que la red hidráulica en la ciudad de México (tuberías y colectores de la redes primarias y secundarias del drenaje) trabajan en condiciones críticas y cuentan con una antigüedad de más de 50 años, como consecuencia se pone en riesgo a los más de 950 mil habitantes de la CDMX.[2]

La CDMX enfrenta múltiples riesgos: sísmicos, volcánicos e hidrahulicos por mencionar algunos, considerando que esta ciudad (Tenochtitlan fue fundada por los aztecas como un islote rodeado de amplias superficies acuíferas), evidentemente, no fue en un inicio planeada para soportar la cantidad de población y que actualmente se tiene; con base en lo anterior se hacen evidentes las carencias de planeación urbana de largo plazo y la falta de un modelo adecuado para enfrentar estos fenómenos de la mejor manera.

Una de las principales problemáticas a las que se enfrentan ahora los ciudadanos de la CDMX es que la red hidráulica es obsoleta, aunado a lo anterior las tuberías se han visto afectadas por los hundimientos de la ciudad y principalmente por la falta de mantenimiento en las mismas; las autoridades de la verificación y corrección de las fallas que se presentan en la red hidráulica, ya han identificado los puntos más urgentes de reparación, lo que ha resultado muy complicado realizarlas y excesivamente costoso para realizar las correcciones pertinentes.

Considerando que aunado a la tendencia del crecimiento continuo de la actividad económica y de la población urbana en CDMX para los próximos años, se estima que habrá un aumento significativo en la demanda de agua en el corto y mediano plazo, lo que provocaría afectaciones de gravedad en el ambiente, lo que se vería reflejado en la poca disponibilidad de agua superficial y subterránea, sin olvidar que la perdida de calidad de éste valioso recurso.

La desigualdad e inequidad en el abasto de agua cada vez es mas marcada, a causa de las políticas y las inversiones que no han sido las mas optimas para la administración eficiente de los recursos hídricos, y que además han llevado al país a un estado de deterioro ambiental afectando el bienestar social.

Arnoldo Matus Kramer, director de la Agencia de Resiliencia de la CDMX, detalló que la capital de México es una ciudad con muchos riesgos, por lo que es un laboratorio de cómo crear resiliencia. El especialista reiteró que hace falta una planeación urbana de largo plazo encaminada a cambiar los paradigmas[3]

Al respecto, Arnoldo Matus indicó que hay una sobre explotación del manto acuífero y 42% del agua se pierde en fugas. "Es necesario implementar un modelo hidráulico más sustentable. Tenemos que cambiar la forma en la que nos relacionamos con el agua", comentó.[4]

El problema de la escasez de agua se va incrementando y al igual que se incrementa la demanda de ésta, lo que provoca una incertidumbre sobre el abasto de este importante elemento en las grandes urbes.

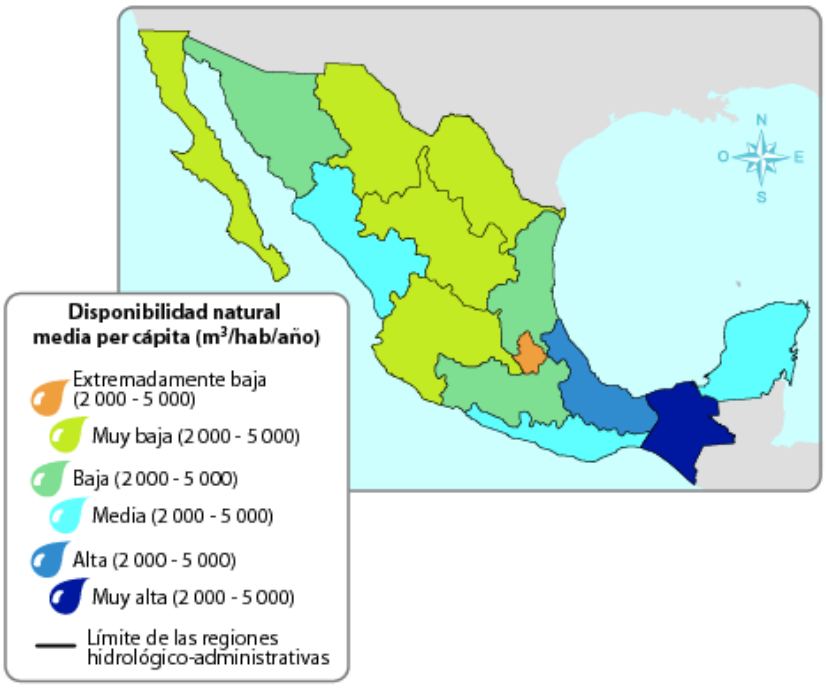


Imagen No 1 Agua potable y drenaje recuperada 18 de diciembre 2018 en http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/dispon.aspx?tema=T

“La situación de escasez propicia que el abastecimiento hídrico se complemente con el uso de los 653 acuíferos que hay en todo el territorio nacional, como en las regiones hidrológicas denominadas valle de México y sistema Cutzamala”[5]

El agua es uno de los recursos más importantes y esenciales para la población sobre todo al hablar de calidad de vida y viabilidad urbana. Si bien se habla de una crisis hídrica en la ciudad de México y sus consecuentes riesgos (económicos, políticos, sociales y ambientales), se cuestiona la forma en que se da la gestión hídrica, se plantea una gestión integral, la concientización y participación de la comunidad estudiantil y de la sociedad en su conjunto.

Una de las principales problemáticas además de la escasez del agua son los riesgos sanitarios y de salud en las escuelas, lo que resulta de suma importancia en la verificación de la calidad que debe tener el agua para el abasto de la población estudiantil, algunos de los padecimientos mas comunes por aguas contaminadas, que provienen de fuentes de abastecimiento sin protección sanitario o por una mala desinfección de la misma, son las siguientes: diarrea, vomito, fiebre, deshidratación, parásitos, infecciones en la piel conjuntivitis; por lo que es necesario que el personal de salubridad identifique si los riesgos tienen su origen en la red hidráulica o tienen que ver con el saneamiento de las aguas, además de es de suma importancia la participación de la comunidad estudiantil y de la sociedad en su conjunto.

Los casos específicos de falta de agua en la Ciudad de México son impactantes. En Iztapalapa, por ejemplo, una de las zonas más afectadas de la ciudad, las cosas son particularmente complicadas.

La presión del agua en las tuberías es lo que regula el nivel de ingreso de agua a una zona de la ciudad. Por supuesto, la presión en las tuberías disminuye entre más se aleja la zona del Cutzamala. Y esta distribución es terriblemente inequitativa.

Muchos habitantes de esta delegación deben desplazarse para conseguir pipas de agua y dar propinas, pagar costos adicionales y comprar agua embotellada para beber. En una zona marginal de la ciudad, la gente paga más dinero por el agua que en las zonas más ricas. Y, cuando llega, por fin, el agua, muchas veces está contaminada: niños y adultos mayores presentan, constantemente, cuadros de salpullidos y colitis.[6]

Alcances:

Concientizar a la sociedad, en particular a la comunidad del CECYT 7 Cuauhtémoc sobre la importancia de contar con sistema para la recolección de agua y como se puede reutilizar el agua por medio de un sistema hidráulico que funcione en optimas condiciones.

[1] Guerrero, Tanni y *et.al*. (2009). El agua en la Ciudad de México. *Ciencias* 94, abril-junio, 16-23. [En línea] recuperado 29 de octubre 2019

[2] Notimex, LAURA QUINTERO - 12:20 - 25/01/2018 recuperado 29 DE OCTUBRE 2018

[3] Notimex, LAURA QUINTERO - 12:20 - 25/01/2018 recuperado 29 DE OCTUBRE 2018

[4] Ídem.

[5] Recuperado en file:///C:/Users/M%C3%A1fara/Desktop/ponencias/riesgos%202019/El%20agua%20en%20la%20ciudad%20de%20M%C3%A9xico%20-%20Revista%20Ciencias.html 21 de Noviembre 2018.

[6] ¿Por qué sufrimos desabasto de agua en la CDMX?NOTICIEROS TELEVISA / FUENTE: NOTICIEROS TELEVISA / DESDE: CDMX, MÉXICO / ABRIL 13, 2018

RESULTADOS

Hacer una canaleta sobre las superficies para que se escurra, misma que se concentra en una tubería que conduce hacia las grietas naturales para su absorción, así como jardines o recolectores de agua (para reutilizar en baños). Construir o acondicionar las rejillas que captan y conducen agua hacia sitios de infiltración.

Se invita a la población en general, principalmente a la estudiantil ya sea por medio de hacer constantemente campañas, ya sea a través de los medios de comunicación masiva o también se hace una gran difusión en la escuela, sobre la importancia de la concientización acerca del consumo de agua. Se trata de implementar estrategias con apoyo de las tecnologías y de difusión acorde a las necesidades de la población de la CDMX con la finalidad de asegurar la disponibilidad actual y futura del agua por otra parte estas acciones también ayudaran a contribuir en la disminución del deterioro de la red hidráulica de la CDMX.

El gobierno de la CDMX se ha encargado, junto con otras instancias de crear algunos programas de concientización y las recomendaciones son básicas y fáciles de seguir, aquí te las compartimos:



Imagen 2 Cuidado con el agua https://www.google.com/search?rlz=1C1CHBF_esMX807MX807&biw=850&bih=738&tbm=isch&sa=1&ei=mMaiXJjqB9L8tAWInYvYCQ&q=imagenes+de+cuidado+con+el+agua&oq=cuidado+con+el+agua&gs_l=img.1.1.0j0i5i30l4j0i8i30l2j0i24l2.48053.48053..53058...0.0..0.111.111.0j1.....0....1..gws-wiz-img.z-OuAtpA3_U#imgrc=zox6yk56iJdzqM: recuperada el 18 de diceiembre 2018.

A causa del corte del suministro del sistema Cutzamala se suspenden clases en las escuelas de la CDMX los días del 31 de octubre al 1 y 2 de noviembre de 2018. “Son cuatro mil 300 escuelas las que no tendrán labores en las fechas antes mencionadas, por lo que el lunes 29 y martes 30 de octubre estás tendrán sus actividades de manera normal.”[1]

Se han ido implementando en diversas acciones dentro de las que se destaca el cambio de mingitorios convenciones por ecológicos, se revisa periódicamente los sistemas de recolección de agua, así como el remplazo de depósitos de agua de menor consumo, evitar desperdiciar el agua cambiando llaves y depósitos.

Se requiere contar con las tecnologías y modificar la infraestructura, pero principalmente una cultura social que reconozca la rapidez en la que se esta disminuyendo el vital recurso, considerando los factores primordiales que establecen la disponibilidad diferencial y su renovación; sin restar importancia a los costos de distribución y accesibilidad

Respecto a la calidad del agua se sugiere el lavado y desinfección de los depósitos de almacenamiento como cisternas, tinacos, piletas y tambos.

Lavar con suficiente agua con un cepillo, desinfectar con cloro enjuagar ay secar se recomienda hacerlo cada 6 meses o si es necesario cada tres.

[1] Se suspenderán clases en CDMX por falta de agua. La verdad México, recuperado de https://laverdadnoticias.com/mexico/Suspenderan-clases-en-CDMX-por-falta-de-agua-20181025-0003.html 20 de noviembre 2018.

CONCLUSIONES

Para lograr que la sociedad y el alumnado se comprometa a trabajar en conjunto para promover el ahorro de agua, en ese mismo sentido, es necesario un fuerte compromiso político y de colaboración al interior y exterior de las instituciones, invertir en investigación científica, fortalecer el sistema de monitoreo y la educación ambiental y promover una mayor participación ciudadana en la toma de decisiones. Se requiere un cambio de pensamiento otorgando un mayor valor tanto económico, ecológico y social del agua dándole carácter de recurso no renovable regulando y limitando su explotación.

Se invita y motiva a que la sociedad participe en la instrumentación de políticas publicas para el ahorro del agua concientizándose de su consumo; por otra parte, cambiar por nuevas instalaciones con tecnologías que ayuden al ahorro y aprovechamiento del agua, captación de agua, etc. También en las escuelas o instituciones educativas, se propone que den cursos de educación ambiental, de esta forma se vera un gran impacto en la calidad de vida de los ciudadanos en el abasto en cuanto a la cantidad y calidad de agua actualmente y en el futuro.

Hacer una mayor promoción de la información en la que los usuarios adquieran una visión distinta acerca del consumo del agua para lo cual es necesario diseñar estrategias tecnológicas y de difusión de la información adecuadas a las múltiples necesidades sociales de la CDMX que asegurara no solo el abasto de agua de la demanda actual sino también de la demanda del vital liquido en el futuro lo que implicara un deterioro menor de los recursos hídricos en la CDMX.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6 problemas ambientales y sociales que colapsaran al DF. Recuperado en https://www.forbes.com.mx/6-problemas-ambientales-y-sociales-que-colapsaran-al-df/ 20 de febrero 2019.

Guerrero, Tanni y *et.al*. (2009). El agua en la Ciudad de México. *Ciencias* 94, abril-junio, 16-23. [En línea] recuperado 29 de octubre 2019.

Notimex, LAURA QUINTERO - 12:20 - 25/01/2018 Recuperado en file:///C:/Users/M%C3%A1fara/Desktop/ponencias/riesgos%202019/El%20agua%20en%20la%20ciudad%20de%20M%C3%A9xico%20-%20Revista%20Ciencias.html 21 de Noviembre 2018.

¿Por qué sufrimos desabasto de agua en la CDMX? Noticieros televisa / fuente: noticieros televisa / desde: CDMX, México / abril 13, 2018

Se suspenderán clases en CDMX por falta de agua. La verdad México, recuperado de https://laverdadnoticias.com/mexico/Suspenderan-clases-en-CDMX-por-falta-de-agua-20181025-0003.html 20 de noviembre 2018.

PROPUESTA DE ILUMINACION ARTIFICIAL PROGRAMADA MEDIANTE PLC PARA LA REDUCCIÓN DE INSEGURIDAD EN EL PARQUE ALAMEDA PRIMERA SECCIÓN

RESUMEN / ABSTRACT

La inseguridad se ha convertido en uno de los factores más relevantes con el paso de los años, no solo para una porción de la población si no para su totalidad sin importar clases sociales.
El presente trabajo plantea una posible solución a una parte de esta población al proveer de iluminación artificial al parque Alameda Primera Sección ubicada en Valle de Chalco Solidaridad.
Esta propuesta de iluminación surgió al llevar una encuesta realizada a las personas que cumplían con el requisito de vivir más de 20 años alrededor de la zona ya mencionada, dicha encuesta nos proporcionó que el parque desde su construcción contaba con los llamados “superpostes” que empleaban lámparas de sodio a baja presión. Por otro lado, estos solo funcionaron alrededor de una semana y desde entonces no se han arreglado o implementado otro sistema que provea luz a este parque en los horarios de penumbra u obscuridad total.
El objetivo general fue el de ayudar a implementar una solución al problema de la inseguridad, para hacer que ésta se reduzca lo más posible mediante el uso de luminarias controladas directamente por un PLC programado para el correcto funcionamiento de las mismas. Con ello se intenta lograr que la comunidad se sienta más tranquila y segura además de convertir esta zona en un espacio seguro y libre de peligros.
Como parte de otros objetivos, la intensión de esta propuesta no es solo la de proporcionar seguridad, sino también recuperar este parque para fomentar el ejercicio, la vida sana, y como una opción para las familias que deseen pasar un tiempo de calidad juntas, comunicarse entre sí y divertirse con sus seres más cercanos.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

cambios climáticos y medio ambiente
contaminación
conciencia de la sociedad

AUTORES / AUTHORS

Maria Elena Diaz Hernandez
Instituto Politécnico Nacional
mediazh1@hotmail.com
Margarita Mafara Hernández
Instituto Politécnico Nacional
mmafarah@hotmail.com
Manuel Antonio Rosas Granados
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
mrosas13@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se refiere al tema de inseguridad, se puede definir como la sensación o percepción de ausencia de seguridad en un lugar o situación específica, dependiendo directamente de diferentes variables o causas que se presenten ese momento hablando de inseguridad sobre el medio en que el sujeto se está exponiendo.

La característica principal de este tipo de inseguridad es el miedo o sensación de peligro que se experimenta al momento de tener circunstancias que pongan a la persona bajo estas emociones o sensaciones.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas. ¿Una de ellas es la falta de iluminación en el intervalo de las 8 am a las 6:00 am???), en una variedad considerable de lugares que no cuentan con un sistema de “alumbrado público”. En la actualidad las personas se exponen a diferentes riesgos que pueden atentar a su seguridad, al seguir su trayectoria de camino a casa se ve obligado a cruzar o visitar lugares con escasa o inexistente iluminación.

La investigación de esta problemática social se realizó con el interés de analizar y evaluar el cómo poder reducir o erradicar la inseguridad social. Esto permitió identificar y plantear una idea más específica de la problemática, para que de esta manera se pudiera proveer una solución que se ajustara o adaptara a la necesidad que se planea resolver.

Profundizar en la indagación desde la perspectiva tecnológica para solucionar este problema fue de interés académico.

Planteamiento del problema

El tema de inseguridad es un tema delicado a nivel nacional que no ha podido ser limitado, en especial en zonas donde la iluminación es escasa o casi nula como son calles, avenidas, centros recreativos familiares debido al hecho de que la mayoría de los modos operandi de los criminales se basan en atacar a la víctima en un lugar oscuro, donde la víctima no va a lograr obtener una noción de la cara o rasgos característicos que puedan llevar a la detección del ladrón.

Así como a su vez que psicológicamente para una persona un lugar con una buena iluminación artificial lo hace sentir más seguro y tener una visión completamente amplia del lugar donde éste se ubique, sobre todo en los parques o centros recreativos familiares que cuentan con un tamaño considerable, por el contrario, son peligrosos al momento de pasar a través de ellos con una iluminación insuficiente o en su defecto inexistente.

Tal es el caso del parque llamado “Alameda primera sección” ubicado en Valle de Chalco Solidaridad, colonia Solidaridad entre av. Tejones y Norte 8, en donde no se cuenta con ningún tipo de iluminación funcionando, se cuenta con un superpostes de iluminación, el cual lleva fuera de servicio alrededor de 15 años, de tal manera que al llegar a la media tarde el parque se vuelve inseguro y fuera de utilización debido al factor planteado de una iluminación artificial no disponible.

Objetivos

Objetivo general

Reducir la inseguridad en el parque alameda primera sección mediante la implementación de un sistema de iluminación artificial programado mediante PLC

Objetivos específicos

- Implementar un sistema de iluminación artificial (alumbrado público), capaz de generar o trabajar en un periodo de 13 horas (18:00 - 7:00 hrs.)
- Reducción de gastos públicos al proveer una iluminación adecuada, utilizando nuevas tecnologías (Tecnología LED)

METODOLOGÍA

“La seguridad pública es un factor de atención que ha establecido procesos de política pública que van desde la implementación de acciones policiales de “cero tolerancias” hasta la utilización de cuerpos de seguridad como los militares, con las consecuencias que ello ha acarreado. Sin duda es necesario establecer puntos de análisis de este complejo fenómeno que no precisa soluciones fáciles ni inmediatas, sino procesos de largo alcance que observen las diferentes aristas del problema.”[1]

En el trabajo se conceptualizarán las características de la inseguridad, para entender el gran problema social en que éste se ha convertido, y de su crecimiento sin límite al conocer sus consecuencias en los ciudadanos y para el mismo gobierno.

"Todos estamos conscientes de que el problema de la inseguridad es grave y complejo. La seguridad de las personas y de sus bienes, además de ser una demanda social, es una obligación insoslayable del Estado. El control de la violencia y del crimen constituye una responsabilidad básica e irrenunciable, además de ser necesaria para establecer las posibles bases de una legitimidad tan perdida en la actualidad; por tanto, una utilización ideológica del tema le resulta indispensable como forma al menos incipiente de evitar su propio aniquilamiento."[2]

"Pero el problema de la inseguridad no solo radica en los hechos factibles y apreciables de esta, sino también de la poca o inexistente capacidad del gobierno en todos sus niveles (municipal, estatal, federal).

Una de las principales fuentes que abrevan a una sociedad, que promueven el temor y el miedo a la inseguridad y que los Estados no han podido manejar, es la legitimidad para enfrentar ese problema. En este sentido, para abordarlo, es necesario establecer la génesis del fenómeno delictivo y las causas y consecuencias que ello ha acarreado.

El fenómeno delictivo siempre ha estado presente en la sociedad. Lo encontramos presente en las más incipientes formas de organización social, e incluso en las más

evolucionadas sociedades actuales, con sus dinámicas e interacciones de intercambio social, cultural y tecnológico desarrollado en un mundo globalizado. En este sentido, Arpadura manifiesta que […] por siglos, en el mundo ha habido una gran cantidad de interacciones. En el pasado los intercambios culturales y económicos estaban restringidos por las barreras geográficas; dichos intercambios implicaban grandes travesías y esfuerzos, así como largos tiempos de espera. Lo anterior ha cambiado dramáticamente en los últimos siglos debido al progreso extraordinario e incesante de la tecnología. La vida de las ciudades, la intensificación del intercambio de mercados, la creación de bancos y negocios monetarios requiere cada vez más del manejo de informaciones fidedignas de lo que acontece en distintos lugares (2001: 26)."[3]

[1] Tapía, J.. (2013, julio 12). La inseguridad pública: causas y consecuencias. El cotidiano, 180, p. 5.

[2] Tapía, J.. (2013, julio 12). La inseguridad pública: causas y consecuencias. El cotidiano, 180, p. 103.

[3] Tapía, J.. (2013, julio 12). La inseguridad pública: causas y consecuencias. El cotidiano, 180, p. 104

Esta investigación es llevada a cabo tras escuchar las opiniones de los vecinos de la zona previamente mencionada, en relación con la inseguridad que éstos presentan al pasar por esa zona.

La presente investigación muestra una gran importancia, debido a que puede ser usada para brindar una visión acerca de las dificultades que presentan los residentes al vivir en esta zona, especialmente cuando se pasa por el parque.

Las aportaciones que dará esta investigación serán:

- Los ciudadanos conocerán que existen proyectos de iluminación que resulten en beneficio al problema de inseguridad social que la comunidad enfrenta día a día desde que el parque fue creado.
- Educacionalmente este tipo de investigación brindara la oportunidad a los estudiantes de conocer un nuevo panorama en el cual puedan desarrollar las habilidades de buscar soluciones a las problemáticas de la vida real, al poner en practica todos los conocimientos adquiridos en la escuela.

Valle de Chalco Solidaridad

Valle de Chalco Solidaridad es un municipio urbano localizado en la cuenca oriente del Valle de México, toma su nombre del antiguo Lago de Chalco. Su apelativo “Solidaridad” es por haber sido el municipio donde dio inicio el Programa Nacional de Solidaridad. Limita al norte con los municipios de Ixtapaluca, Chicoloapan y La Paz, al oriente con Chalco y al sur con el Distrito Federal. La superficie total del municipio es de 46.36 kilómetros cuadrados, que representa el 0.20% del territorio estatal. De acuerdo al último censo de población realizado por el INEGI en 2010, Valle de Chalco Solidaridad cuenta con 357,645 habitantes, de los cuales 175,762 son hombres, es decir, el 49.1%, y 181,873 son mujeres, equivalente al 50.9% de la población total, su densidad poblacional es de 8,037 habitantes por kilómetro cuadrado. De 1990 a 2010 el municipio registró un crecimiento poblacional del 10.57%. Respecto a la edad, la población es mayoritariamente joven, para el año 2010 los menores de 14 años representaban el 30.86%, es decir, casi la tercera parte de la población; el 29.59% de sus habitantes tiene de 15 a 29 años, es decir, la proporción de jóvenes supera ligeramente al 60% de los habitantes; mientras que la población en el rango de 30 a 59 años representa el 34.25% y únicamente el 5.30% del total de la población es mayor de 60 años.

La iluminación artificial y la reducción de la de inseguridad en el parque alameda primera sección

El alumbrado del parque con luminarias de LED, para iluminar el parque público se deben tener tres premisas principales basadas en un consumo energético eficaz, impacto ambiental mínimo y lograr una buena inversión como de buena calidad y precio.

Poe esto, en el diseño de un buen alumbrado para un parque se debe combinar la eficiencia, el ahorro, seguridad y comodidad del usuario. Siempre teniendo en cuenta una adecuada iluminación del parque, ya que son espacios dinámico y vivos, que se deben adaptar a las diferentes estaciones, luminosidades y usos que se les den.

Cuando cae la noche, los cromatismos del parque y la claridad, o lo tenue de sus luces, son factores que influyen en la afluencia de la gente. El hecho de que la gente utilice el parque estará marcado por la iluminación que exista distribución intensidad y efecto sobre elementos del jardín.

El diseño de los jardines se realiza pensando en la percepción de las zonas verdes a la luz del día, pero, dado el horario normal de utilización de los parques, se hace también necesario que las creaciones jardineras puedan ser contempladas bajo la luz propiciada por un sistema de iluminación. Cabe destacar el potencial estético que tiene la iluminación artificial como herramienta en el diseño de parques, creando y acentuando siluetas estableciéndose planos de iluminación y penumbra, poniendo en valor cuantos elementos sean de interés y acentuando la perspectiva y el efecto tridimensional.

Es importante asimismo determinar los efectos que se quieren conseguir, ya que es evidente que no requerirá la misma solución luminotécnica una zona que se desea constituya un entorno con los principales objetivos de la iluminación nocturna de los jardines.

La iluminación de paisajes pasa por evitar la iluminación directa encima de plantas y objetos. A tal efecto se aconseja el empleo de la iluminación indirecta artificial que se logra cuando la luminaria esta oculta y solo son vistos los efectos de la luz.

Las técnicas básicas empleadas comúnmente para la iluminación artificial de parques y jardines incluyen diferentes grados de luminosidad dependiendo del lugar del jardín.

Así, se establecen zonas con iluminación tenue, otras con intensa luminosidad área donde se establecen cruces, y espacios concretos donde se instalan adornos luminosos. Para la mejor descripción del perfil de algunas especies de plantas se recurre al contraluz, con fondos luminosos uniformes. Si además se iluminan esos objetos de una manera tenue y desde delante, se puede recuperar la forma volumétrica sin perder su silueta.

RESULTADOS

alcanzar con iluminación artificial el grado de luminosidad igual al de la luz solar y, además, hay que tener en cuenta el hecho de que el ojo humano percibe distinta la expresión de los colores a consecuencia de los diferentes tonos e intensidades de la iluminación artificial. A veces se intenta reproducir los efectos diurnos en el jardín mediante la instalación de una iluminación de gran intensidad,

Sin embargo, es recomendable dosificar los puntos que conviene iluminar, haciéndolo de forma que la luz posea un efecto que ayude a dar viveza a los colores y matice los diferentes tonos.

El diseño tiene que estar pensado para evitar la contaminación luminosa. A tal efecto, debe impedirse la distribución de luz hacia arriba, para lo cual se apantallarán las luminarias dirigidas hacia arriba para que limiten su proyección de luz hacia estrictamente el objeto a iluminar.

Según la CFE 115-2010 establece 6 clases de áreas que dependerán de la importancia del área en términos del número de usuarios y la configuración circundante en parques suele ir de la clase P4 a P6 y la iluminación puede apagarse o reducirse notablemente, incluso a la mitad, por motivos de ahorro de energía. Para cumplir con el reconocimiento facial necesario para la seguridad de los peatones, debe cumplir con una iluminancia vertical mínima (Ev. mín.) e iluminancia semicilíndrica mínima (Esc. mín.).

Siguiendo con la CFE 115-2010, estos son los valores de los criterios de iluminación que hay que respetar para las diferentes clases P edición:

Clase P1: Emed= 15 lux Emin= 3 lux Ev. Min= 5 lux Esc.min= 3 lux

Clase P2: Emed= 10 lux Emin= 2 lux Ev. Min= 3 lux Esc.min= 2 lux

Clase P3: Emed= 7,5 lux Emin= 1,5 lux Ev. Min= 2,5 lux Esc.min= 1,5 lux

Clase P4: Emed= 5 lux Emin= 1 lux Ev. Min= 1,5 lux Esc.min= 1 lux

Clase P5: Emed= 3 lux Emin= 0,6 lux Ev. Min= 1 lux Esc.min= 0,6 lux

Clase P6: Emed= 2 lux Emin= 0,4 lux Ev. Min= 0,6 lux Esc.min= 0,4 lux

Decreto 1890/2008, por el que se aprueba el reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 y EA-07 tiene como objetivo mejorar la eficiencia y el ahorro energético de las instalaciones de alumbrado exterior, puesto que favorecen la competitividad de sus procesos productivos y reducen las emisiones de gases contaminantes y la facturación energética. Sin embargo, no tiene como objetivo el establecimiento de valores mínimos de niveles de iluminación en los distintos tipos de vías o espacios. Este reglamento se debe aplicar a aquellas instalaciones que dispongan de una potencia instalada superior a un KW.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En cuando al alumbrado de parques y jardines, las zonas que se deben considerar son los accesos al parque o jardín, así como también sus paseos, escaleras, glorietas, áreas de estancia, etc. En estas zonas se deben tener en cuenta los criterios y niveles mínimos de iluminación establecidos para el alumbrado de estos espacios públicos.

Se requieren, por lo general, fuentes de luz que proporcionen luz blanca para obtener una buena reproducción cromática (CRI=60), recomendable para áreas donde la visión periférica de los usuarios es una importante, por tanto, se recomienda las lámparas de LED blancos.

Las luminarias forman parte del mobiliario urbano de un municipio. Las elegidas para iluminar los parques deberían presentar un alto nivel de grado de protección de hermeticidad superior a IP66, si las luminarias están situadas a una altura de montaje baja deben tenerse en cuenta el vandalismo y utilizar materiales resistentes para la fabricación de las luminarias con unos índices recomendables de IK10. Y, por último, serán siempre anticontaminantes desde el punto de vista de la contaminación lumínica.

Hoy en día, un buen alumbrado debe ser eficaz y económico. Un consumo energético superior no siempre significa un mayor servicio, sino que el grado de eficiencia óptima se consigue cuando hay una proporción adecuada entre el consumo y el confort. La eficiencia energética en iluminación hace referencia a la reducción del consumo de energía sin que por ello se vean alterados los niveles lumínicos y protegiendo el medio ambiente. Por ello, a la hora de diseñar el alumbrado público de los parques y jardines de un municipio, se deben establecer los niveles de iluminación mínimos necesarios para el desarrollo de las actividades que tienen lugar en estos espacios, sin olvidar la seguridad y comodidad de los usuarios y evitar así la contaminación lumínica.

El aspecto estético de los elementos de iluminación. La forma y el estilo de las luminarias y columnas deberían integrarse bien en el entorno, llegando en muchos casos a realizar luminarias que forman parte del propio mobiliario en papeleras, bancos, o elementos llevados al máximo objetivo que aúnan mobiliario, iluminación y decoración, incorporando la tecnología Led a éstos.

El consumo de energía de un municipio debe ser eficiente y racional, y para ello se debe promover el ahorro energético y reducir el resplandor luminoso nocturno, garantizando siempre la seguridad y comodidad de los usuarios.

PLC Físico (V8)

- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos operadores pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de operar varias máquinas con un mismo técnico.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el operador sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.[1]

Resultados

hablará de los resultados que se obtuvieron con el proyecto, utilizando una simulación creada en el programa Dialux, para visualizar el alcance del proyecto si fuera llevado a la realidad

[1] QuimiNet. (2006). Características de PLC's. abril, 12,2018, de QuimiNet Sitio web: https://www.quiminet.com/articulos/caracteristicas-de-plcs-2671303.htm

CONCLUSIONES

Al analizar toda la información recabada mediante libros, internet, revistas y artículos se concluye lo siguiente:

- La inseguridad a no solo nivel municipal si no a su vez a nivel estatal y federal ha ido creciendo exponencialmente cada año, en todas sus forma de expresión como secuestro, robo a mano armada, asesinatos entre otros, no obstante a esto, el gobierno ha creado sistemas de seguridad como el mando único policiaco en el Estado de México, el cual tiene como objetivo poder introducir no solo el sistema policiaco del municipio si no también el federal y poder intervenir libremente sin causar un choque entre policías o divisiones de estos.
- Debido al aumento de la violencia e inseguridad en el municipio, la gente a creado un miedo a poder salir libremente a las calles, de dejar que los niños jueguen en los parques o plazas públicas.
- El sistema de iluminación propuesto en esta tesis es de auditoria propia el cual fue creado en el programa Dialux, para poder simular la situación, y poder obtener más información sobre la viabilidad del proyecto, no solo se utilizó este software también se ocupó el programa Logosoft, para poder general la programación que le dará vida al proyecto.
- Al simular el proyecto, este al parecer cumple con las funciones deseadas para satisfacer la necesidad previamente mencionada, lo cual permite concluir que el proyecto es funcional.

AGRADECIMIENTOS

Gracias al Instituto Politécnico Nacional por darme la oportunidad de participar en el congreso de la ORP

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Tapia, J. (2013, julio 12). La inseguridad pública: causas y consecuencias. El cotidiano, 180, p. 5.

Tapia, J. (2013, julio 12). La inseguridad pública: causas y consecuencias. El cotidiano, 180, p. 103.

Tapia, J. (2013, julio 12). La inseguridad pública: causas y consecuencias. El cotidiano, 180, p. 104

Zavaleta, A. (2012). LA INSEGURIDAD Y LA SEGURIDAD CIUDADANA EN AMÉRICA LATINA. Buenos aires: CLACSO.

Miranda, J. (2014). ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO ACTUAL DE LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES, NIVEL DE CONTAMINANTES Y DISPOSICIÓN FINAL. San Salvador: Universidad Tecnológica de El Salvador.

Ríos, J. (2016). Entidades Federativas con mayor y menor incidencia delictiva. En Informe de Incidencia delictiva en el Estado de México(pp.3-4). Estado de México.: Instituto de Estudios Legislativos.

Referencias de internet

Anónimo. (2003). LÁMPARAS Y SUS COMPONENTES. Abril 01, 2018, de FRC Sitio web:

http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriales/Art_Interes/LampComp.pdf

Anónimo. (2003). LÁMPARAS Y SUS COMPONENTES. Abril 01, 2018, de FRC Sitio web:

http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriale...

Anónimo. (2003). LÁMPARAS Y SUS COMPONENTES. Abril 01, 2018, de FRC Sitio web: http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriale...

Sayontan Sinha. (2016). Historia del PLC. Abri 15,2018 de Electronica Unicron Sitio web: https://unicrom.com/historia-del-plc-modicon-modbus/

Noyola, J. (2006). VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD. abril 04, 2018, de Enciclopedia de los municipios y delegaciones del Estado de México Sitio web: http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15122a.html

Desconocido. (julio 31, 2015). Valle de Chalco Solidaridad. mayo 7, 2018, de Wikipedia Sitio web: https://es.wikipedia.org/wiki/Valle_de_Chalco_Solidaridad

Desconocido. (julio 31, 2015). Valle de Chalco Solidaridad. mayo 7, 2018, de Wikipedia Sitio web: https://es.wikipedia.org/wiki/Valle_de_Chalco_Solidaridad

QuimiNet. (2006). Características de PLC's. abril, 12,2018, de QuimiNet Sitio web: https://www.quiminet.com/articulos/caracteristicas-de-plcs-2671303.html

Derecho en Acción. (2016). ¿Qué es realmente el modelo de mando policial único? abril 29, 2018, de Centro de Investigación y Docencia Económicas A.C. Sitio web: http://derechoenaccion.cide.edu/tag/modelo-policial/

Desde Industria 4.0 a PRL 4.0.

RESUMEN / ABSTRACT

Hace una década, nació en Alemania el concepto industria 4.0 y con ella entran en el entorno de trabajo elementos hasta entonces desconocidos o no ampliamente usados como el IoT, cloudcomputing, big data, robótica, virtualización de procesos, inteligencia artificial, realidad virtual, aumentada,... y con todo ello el uso de la información en tiempo real.

Estas nuevas herramientas generan un nuevo ecosistema laboral, un cambio radical en los métodos y procesos de trabajo y con ello en los riesgos laborales, tanto porque surgen nuevos riesgos, como porque desaparecen otros, así como porque se dispone de nuevas herramientas para combatir los riesgos laborales.

Probablemente la mayor dificultad para que la PRL se integre en la Industria 4.0 venga determinada por dos cuestiones, la primera, que los profesionales de la PRL conozcan el concepto Industria 4.0, y la segunda, que entiendan cómo se puede aprovechar sus características para mejorar las condiciones de trabajo.

En este trabajo se describirá el concepto industria 4.o., para posteriormente relacionar cada uno de los conceptos que la conforman con la PRL.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Acercar el concepto industria 4.0 a los profesionales de la PRL
Desarrollar el proceso de integración de la PRL en la Industria 4.0
Mostrar las oportunidades que ofrece la Industria 4.0 para combatir los riesgos

AUTORES / AUTHORS

Alfonso Cortés Pérez
Universidad Isabel I
alfonso.cortes@ac2ingeprev.es
Juan Pedro Cortés Pérez
Universidad de Extremadura
jpcortes@unex.es
Jose Luis Rodriguez Hernandez
Universidad de Extremadura
jose.luis.rguez.hdez@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La revolución industrial, o revolución 1.0, fue un proceso de grandes transformaciones económicas y sociales que comenzaron en Inglaterra en el siglo XVIII. La primera fábrica se creó en Mánchester en 1806.

El uso de la máquina en los procesos mejoró notablemente la productividad en las fábricas lo que dio lugar a un progreso rápido. La industria textil mejoró la producción y la calidad de los tejidos gracias a la máquina de vapor, que transformaba en movimiento la fuerza expansiva del vapor de agua. Las industrias textil, metalúrgica y química tuvieron un gran crecimiento en Inglaterra y Europa en el S. XVIII. La agricultura también experimento grandes avances gracias a las nuevas herramientas, esto trajo consigo la revolución agrícola.

En el sistema fabril, la organización del trabajo era determinada por la disciplina que imponían las máquinas. Aparece el Capitalismo. A principios del siglo XIX, la máquina de vapor comenzó a utilizarse en los medios de transporte. En 1807 el primer barco a vapor. En 1825 el primer ferrocarril, que da lugar a otra revolución, la del transporte.

La segunda revolución industrial o 2.0, se caracterizó por la mejora de la producción gracias a la incorporación de nuevas fuentes de energía como la electricidad y el petróleo, la obtención de nuevos materiales como el acero y las nuevas formas de trabajo como la automatización y el trabajo en cadena. Así mismo surge un nuevo tipo de capitalismo: el capitalismo financiero, fruto de las grandes inversiones realizadas con los beneficios que había aportado el primer estallido industrial y el dinero procedente de la banca.

La tercera revolución industrial o 3.0 tiene su base es la confluencia y complementariedad de las nuevas tecnologías de comunicación y energía. El fuerte potencial de cambio que se consigue mediante la convergencia de las nuevas tecnologías en materia de comunicación y energía ha tenido importantes repercusiones, como:

- La expansión de energías renovables.
- La conversión de edificios en plantas de energía.
- Innovaciones en relación con los medios y procesos de almacenamiento de energía.
- Difusión de lo smart: smart city (ciudad inteligente), smart grid (distribución inteligente de energía), smart phone, smart TV…
- Formas de transporte más eficientes y menos contaminante (vehículos eléctricos, híbridos, entre otros).

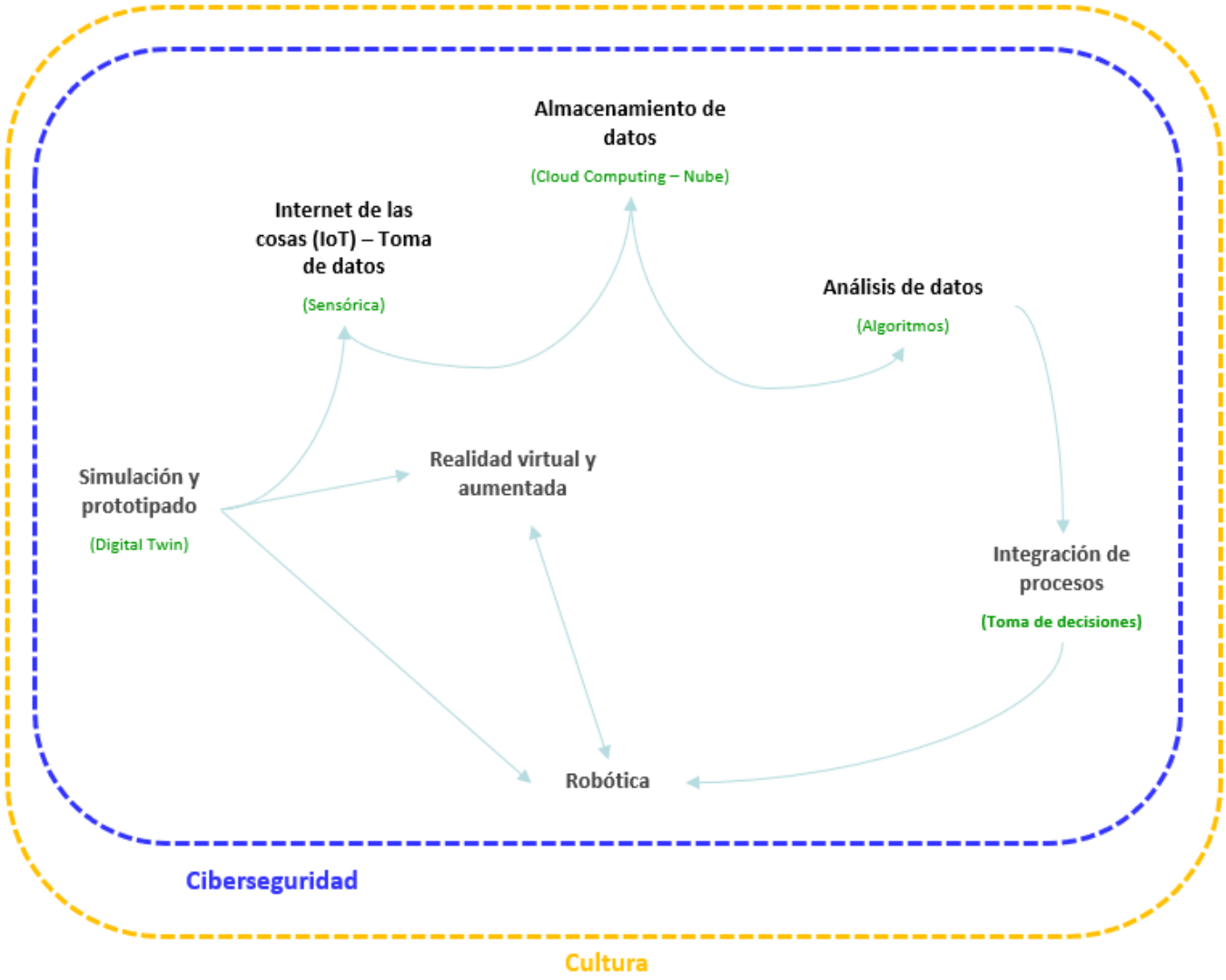


Figura 1. Industria 4.0: Mapa mental

La cuarta revolución industrial conocida como Fábrica Inteligente o Industria 4.0 se basa en la digitalización de los procesos productivos en los centros de trabajo mediante sensores y sistemas de información para hacer más eficientes los procesos productivos. La Industria 4.0 se desarrolla alrededor de varios conceptos, tales son: Big Data, cloud computing, ciberseguridad, robótica, internet de las cosas (IoT), Digital Twin (simulación y prototipado) y realidad virtual, aumentada o mixta.

No obstante, y en este contexto el verdadero reto está en las personas, ya sea como individuo respecto de la evolución de su percepción y capacidades, o como grupo, respecto de la cultura de la propia organización, particularmente en el modo en que éstas van a enfrentar el proceso de transformación digital y cómo van a liderar el cambio que supondrá adaptarse al trabajo en estos entornos conectados.

METODOLOGÍA

Para valorar el impacto real o potencial sobre la seguridad y salud de los trabajadores que conlleva la implementación de los nuevos modelos de trabajo que requiere la Industria 4.0 resulta necesario conocer las herramientas que soportan su desarrollo, es por ello que a continuación se abunda en cada una de ellas.

- Big data y análisis de datos.

Big data son activos de información de gran volumen, alta velocidad y / o gran variedad que demandan formas de procesamiento de información innovadoras y rentables que permiten una visión mejorada, toma de decisiones y automatización de procesos (Gartner, 2018).

Actualmente es posible monitorizar el desarrollo de un proceso o de una organización y de esta labor surgen datos, muchos, terabytes o incluso petabytes, de gran tamaño y complejos, una gran cantidad de información que no puede ser tratada con los softwares de procesamiento empleados en la gestión convencional del proceso o de la organización. Sin embargo, el procesamiento y análisis de estos datos genera una información muy valiosa para el desarrollo estratégico de la organización y para la optimización y mejora del proceso.

La gran cantidad y variedad de datos permite el desarrollo de algoritmos para su análisis, interpretación e implementación en mejora de procesos, en particular cabe destacar, por su potencialidad influencia en la gestión de los riesgos laborales, los algoritmos que pueden ayudar a predecir, ya sea la demanda de servicios de un cliente, el funcionamiento de una máquina, las averías, las incidencias,… o los accidentes, o los que pueden ayudar al aprendizaje automático de las máquinas optimizando su funcionamiento, corrigiendo errores de producción o de prevención de riesgos laborales.

- Cloud Computing.

El cloud computing, computación en la nube o simplemente la nube supone el desplazamiento físico del lugar de almacenamiento de datos, e incluso de su procesamiento, desde el disco duro del PC al de servidores accediendo a estos a través de internet habitualmente.

Esta tecnología permite almacenar grandes volúmenes de datos situados en servidores a los que se accede a través de internet lo cual aporta una gran flexibilidad y movilidad tanto a la toma y transmisión, como a la consulta de datos. Los datos almacenados pueden surgir de sensores que automáticamente envía la información en el momento decidido y al lugar correspondiente conforme se haya programado o pueden provenir de la carga de estos tomados in situ por profesionales. Así mismo, esta información puedo volver de vuelta de manera automática a los equipos, máquinas, sensores… o ser consultadas en tiempo real desde cualquier punto con acceso a internet.

- Robótica.

Se define robótica como la técnica que aplica la informática al diseño y empleo de aparatos que, en sustitución de personas, realizan operaciones o trabajos, por lo general en instalaciones industriales (DRAE, 2019).

La interferencia entre humanos y robots en el entorno de trabajo se lleva estudiando desde hace décadas.

En *Robot Safety: Overview of Risk Assessment and Reduction* (Chinniah, 2016) se resumen algunas causas de accidentes relacionadas con robots.

En Real-time safety for human robot interaction (Kulic & Croft, 2006) las autoras definen una estrategia para garantizar la seguridad durante la interacción entre humanos y robots en tiempo real.

- Internet de las cosas (IoT).

El internet de las cosas, también denominado IoT por las siglas en inglés de Internet of Things, aborda la conexión de dispositivos con identificadores únicos y con capacidad de conectarse y transferir datos a través de internet.

- Simulación y prototipado (Digital Twin).

El Digital Twin o gemelo digital es una tecnología que se basa en la réplica virtual de objetos (instalaciones, máquinas,..) o procesos que simulan el comportamiento de los objetos reales, por ejemplo un modelo digital en 3D de un edificio es el digital twin del edificio real.

El gemelo digital junto con el IoT permite monitorizar una instalación real o simularla, bin antes de usarla o simular un uso futuro para alcanzar conclusiones respecto de su respuesta ante determinadas solicitaciones o circunstancias.

- Realidad virtual.

Según la -real Academia de la Lengua, se entiende por realidad virtual la representación de escenas o imágenes de objetos producida por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real.

- Ciberseguridad.

La ciberseguridad o seguridad informática es la disciplina de la informática que se encarga de la protección de las infraestructuras computacionales y especialmente de los datos que contienen o que circulan a través suyo.

RESULTADOS

La aplicación a la gestión de los riesgos laborales que actualmente se está dando con cada uno de los ejes entorno a los que gira la Industria 4.0 está en una fase incipiente, como se muestra a continuación.

- Big data y análisis de datos.

En *Big data platform for health and safety accident prediction* (Anuoluwapo et al, 2019) se evidencia el uso de Big Data para el análisis de riesgos laborales con el objetivo de predecir la accidentalidad y con ello poder combatirla.

Un ejemplo más es el trabajo *Using Big Data to manage safety-related risk in the upstream oil & gas industry: A research agenda* (Tan, Ortiz-Gallardo & Perrons, 2016) en el que los autores utilizan las herramientas analíticas de big data en la industria del petróleo y del gas para mejorar las estadísitacas de lesiones y muertes debidas a accidentes de trabajo.

En algunas investigaciones se emplean simultáneamente varias tecnologías, como evidencia el trabajo *Application research of technologies of Internet of Things,big data and cloud computing in coal mine safety production* (Xiaoping, Yanjun & Yanzi, 2014) en el que buscando la mejora de la seguridad en las operaciones en minas de carbón los autores han trabajado con IoT, big data y cloud computing.

- Cloud Computing.

En el trabajo *IT Technology Implications Analysis on the Occupational Risk: Cloud Computing Architecture* (Cioca & Ivascu, 2014) los autores tratan el proceso de evaluación del riesgo laboral utilizando la nube.

Con un enfoque similar al trabjo anterior en *Comparative Study of Information Security Risk Assessment Models for Cloud Computing systems* (Jouini & Rabai, 2016) se realiza una comparativa respecto de metodologías de evaluación de riesgos mediante modelos implementados en la nube.

El Cloud Computing amplía las posibilidades que proporciona el big data con quien se complementa como ya se mostró en uno de los trabajos referidos en el apartado anterior.

- Robótica.

Se prevé que en 2019 haya en todo el mundo alrededor de 2.6 millones de robots, estimándose para 2020 en torno a 150.000 millones y de 700.000 millones para 2025 (Process Industry Informer, 2019).

La relación entre la robótica y la gestión de riesgos laborales destaca especialmente por la interferencia de una con otra y sus consecuencias laborales, especialmente respecto del desempleo que puede generar el empleo de robots en entornos de trabajo, eclipsando las aplicaciones que pueda proporcionar el uso de robots a la mejora de las condiciones de seguridad.

- Internet de las cosas (IoT).

Según la empresa Gartner, en 2020 habrá en el mundo aproximadamente 26 mil millones de dispositivos con un sistema de conexión al internet de las cosas.

El uso de IoT para la mejora de las condiciones de trabajo se ha analizado en multitud de trabajos. Por ejemplo, en *Discussion on Application of IOT Technology in Coal Mine Safety Supervision* (Yinghua et al, 2012) se estudia el empleo de IoT para fortalecer la supervisión de la seguridad en una mina de carbón.

En *A Study on the Fire IOT Development Strategy* (Zhang & Yu, 2013) los autores estudian las ventajas de la implementación del IoT para combatir el fuego en hogares.

En *Internet of Things (IoT) in high-risk Environment, Health and Safety (EHS) industries: A comprehensive review* (Thibaud et al, 2018) los autores hacen una revisión de las publicaciones sobre IoT en industria de alto riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores como son las industrias de la minería y la energía y muestran las tendencias que esperan respecto del uso de estas tecnologías para estas industrias.

- Simulación y prototipado (Digital Twin).

El Digital Twin es una de las 10 principales tendencias tecnológicas estratégicas (Gartner, 2017).

Se han realizado multitud de estudios sobre la aplicación del Digital Twin, por ejemplo, a la evaluación de estructuras de aeronaves (Seshadri & Krishnamurthy, 2017) al mantenimiento predictivo de frenos automotrices (Magargle et al, 2017). Sin embargo no se han localizado trabajos de investigación orientados a analizar la aplicación del gemelo digital a la mejora de las condiciones de trabajo.

- Realidad virtual.

En consonancia con lo expuesto por Twyman (2014) donde indica que la aparición de la tecnología y su crecimiento está dando lugar a una nueva ciencia de la enseñanza y del aprendizaje; y los cambios que se están originando en nuestro modo de vida pueden estar llevándonos a una transformación en cómo se produce la educación, resulta fundamental adaptar la metodología docente actual a las posibilidades actuales, ya que no solo es posible educar de otro modo, si no que esto es demandado por el propio alumno acostumbrado a desenvolverse de manera cotidiana con TIC, como pone de evidencia Lengel (2013), según el cual, la educación 3.0. (que correspondería a la educación en el contexto actual) se focaliza en la personalización, en el individualismo y en el uso de herramientas digitales para conseguir una educación más significativa y efectiva conectando el aprendizaje con los intereses y experiencias de los estudiantes.

En la literatura técnica y científica pueden consultarse gran cantidad de estudios en los que se ha tratado la aplicación de la realidad virtual a la seguridad y salud en el trabajo, como el uso de realidad virtual para la formación en seguridad en construcción (Sacks, Perlman & Barack, 2019), para la formación en seguridad minera (Squelch, 2001) o para la formación de cirujanos cardiovasculares (Aggarwal et al, 2006).

- Ciberseguridad.

La ciberseguridad es un aspecto que preocupa no sólo a las organizaciones empresariales o a los usuarios, si no que los propios gobiernos conscientes de la importancia estratégica para las sociedades que dirigen del conocimiento y la aplicación de los conceptos de ciberseguridad están realizando políticas activas de información y difusión del mismo, por ejemplo, en España el Instituto Nacional de Ciberseguridad de España (INCIBE, 2019) dispone de una web con multitud de información sobre la materia.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En los párrafos siguiente se evalúa el resultado de la investigación realizada sobre los conceptos tratados en este trabajo.

- Big data y análisis de datos.

Una aplicación de la potencialidad del big data es la posibilidad de analizar muchos y muy variados datos como los que se obtendrían de caracterizar los riesgos de un lugar de trabajo, sensorizarlo y sensorizar a los trabajadores permite obtener datos sobre su exposición al riesgo y analizarlo mediante métodos y herramientas estadísticas, objetivando datos sobre la seguridad del trabajador como puede ser la exposición a los riesgos o calculando la probabilidad de que un riesgo pueda llegar a materializarse.

Todos los datos obtenidos permitirán aplicarlos en la predicción del accidente y, por lo tanto en combatirlo, o en el aprendizaje automático, de manera que sea posible corregir un procedimiento o un proceso de trabajo de forma automática para hacerlo más seguro

- Cloud Computing.

Las características del big data y su aplicación al análisis de datos provenientes de la gestión del riesgo laboral se complementan con las del Cloud Computing al aportar esta tecnología mayor capacidad de almacenamiento y de procesamiento y la movilidad o flexibilidad que permite la carga o consulta de datos desde cualquier terminal con acceso a la red, fundamentalmente internet, cuyas limitaciones la establecen la posibilidad de conexión, que en caso de aparatos móviles está directamente relacionado con la cobertura de operadoras de telefonía o de redes wifi, y la velocidad de trasmisión de datos, hecho este que mejorará ostensiblemente en un futuro próximo con la implementación de la tecnología 5G.

- Robótica.

De acuerdo con la definición del diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, los robots sustituyen a los humanos en el desarrollo de operaciones, dada la progresión prevista en el número de robots expuesta en apartados anteriores, siendo evidente que van a aportar valor añadido al desarrollo de tareas, laborales y cotidianas, también es evidente que las cifras expuestas se traducen en una amenaza para la cantidad de trabajo disponible para el ser humano, es decir el horizonte próximo amenaza con elevar el número de desempleados, un problema que habrá de abordarse.

Además de esta amenaza es evidente que, si aumenta en las proporciones expuestas el número de robots, esto supondrá un cambio muy disruptivo de las condiciones de trabajo respecto de las actuales, por lo tanto, las metodologías de evaluación y gestión de riesgos que conocemos actualmente habrán de actualizarse para dar respuestas válidas.

- Internet de las cosas (IoT).

La sensorización de “las cosas” la toma de datos y su transmisión a través de internet es una fuente muy valiosa para la monitorización de los trabajadores respecto de los riesgos laborales a los que se expone en el desarrollo de su trabajo. Los elementos empleados para ello se denominan werables y pueden encontrase en la ropa de trabajo, en los EPI´s (Smart EPI´s), en las herramientas o en las máquinas.

Los datos que generarán los werables y el tratamiento adecuado de los mismos prometen una fuente de información valiosísima para caracterizar el riesgo, la exposición al mismo del trabajador y por lo tanto para la implementación de nuevas metodologías de control de riesgos de mayor fiabilidad que las actuales.

- Simulación y prototipado (Digital Twin).

El hecho de simular un centro de trabajo, una instalación, una máquina o un proceso para obtener información sobre sus prestaciones a futuro o en determinadas circunstancias resulta un contexto ideal para su aplicación al estudio de los riesgos laborales y su influencia sobre el trabajador, que aun no habiéndose encontrado literatura científica sobre ello parece oportuno que se lleve a cabo como una variable más de estudio.

Digitalizar el centro de trabajo, modelar los riesgos del mismo y simular la actuación del trabajador en ese entorno puede ayudar a predecir la exposición a los riesgos laborales de los trabajadores y ha combatirlos, por lo tanto parece una herramienta a considerar en el diseño de los mismos.

- Realidad virtual.

Recrear en la realidad un centro de trabajo con condiciones de trabajo ideales, es posible pero costoso. Además, tiene una limitación que no tiene la realidad virtual y es que con esta tecnología el escenario se puede replicar en cualquier parte, sin necesidad de grandes inversiones. En ese sentido, resulta una herramienta sumamente barata, transferible, colaborativa y replicable, que no sólo permite el aprendizaje de alumnos y docentes dentro de un aula o centro educativo, si no dentro de una comunidad educativa incluso transnacional.

Las instalaciones, maquinaria y el propio material que se utilizan hoy en día en el proceso formativo, bien en los centros de trabajo o en los actuales centros formativos, son objetivamente peligrosos para la seguridad y salud de los alumnos, las prácticas de aprendizaje en escenarios virtuales resultan un excelente complemento docente y discente, previo al comienzo de las prácticas reales en los centros de trabajo, para entrenar de un modo práctico al alumno en rutinas de trabajo previas a su incorporación al centro de trabajo real, aumentando de ese modo la protección a la seguridad y salud de los alumnos durante su formación. El uso de la realidad virtual es aplicable al aprendizaje seguro, tanto inicial como de reciclaje.

- Ciberseguridad.

Todas las tecnologías que se han tratado en apartados anteriores se desarrollan en, o a través de, infraestructuras informáticas, garantizar que éstas sean seguras, y por lo tanto que a la información que contienen o transportan sólo acceda quien deba, y no terceros sin autorización con intenciones o intereses malintencionados, es un requisito indispensable para el buen funcionamiento de las mismas, y especialmente para la confianza que requieren administradores y usuarios.

CONCLUSIONES

La implementación de las tecnologías que conforman la Industria 4.0 en la gestión de los riesgos laborales es incipiente, sin embargo las primeras experiencias y su potencialidad auguran un impacto en el modelo actual que, entre otros y fundamentalmente, dará paso de un concepto cualitativo sobre la probabilidad de que se materialice un riesgo, a uno cuantitativo, pues será factible caracterizar al mismo y medirlo aplicando las leyes de la estadística, objetivando de esa manera el resultado de una evaluación de riesgos.

La potencialidad de estas herramientas se multiplica cuando se emplean simultáneamente.

La posibilidad del uso de la nube para la gestión de datos mediante acceso remoto desde un terminal móvil da lugar a un gran flexibilidad respecto de la presencia física de los trabajadores en el centro de trabajo, lo que da lugar a nuevas formas de organización y de relación, legales y personales, en el entorno de trabajo y con ello de nuevos riesgos y nuevos entornos de riesgos hasta ahora poco conocidos.

El reto no es tanto el aprendizaje de las herramientas propias de la Industria 4.0, si no la gestión del cambio que conlleva (para la organización, para su cadena de valor y para el individuo) no sólo el uso de las herramientas, si no el impacto que ello va a ocasionar en la organización del trabajo (y de la prevención), en la percepción del mismo (y del riesgo), el contexto en el que se desarrolla, la definición de políticas y estrategias, el establecimiento de objetivos y la medición de resultados.

El elevado número de robots previstos en entornos de trabajo van a provocar un cambio radical en los centros de trabajo, en su organización y en los riesgos. Los empresarios van a ver oportunidades de mejora en la productividad gracias a los robots. Los trabajadores van a concebir a los robots dentro de las organizaciones como amenazas para su puesto de trabajo.

Por definición las operaciones en las que se sustituya a personas por robots para su ejecución reducirán la exposición a riesgos laborales, es decir gracias al empleo de robots descenderá la siniestralidad, además de aumentar la productividad, sin embargo provocará destrucción de puestos de trabajo lo que influirá en las políticas de Responsabilidad Social Corporativa de las organizaciones y en las políticas públicas de empleo, de digitalización y de seguridad social.

El uso de werables en el entorno de trabajo es la sensorización del trabajador, por lo tanto el uso de estos elementos puede proporcionar una valiosa información sobre los riesgos del trabajador y por ende sobre sus condiciones de seguridad, teniendo en cuenta que la medición se puede realizar en continuo y por lo tanto la evaluación d ellos riesgos.

El modelado de los lugares de trabajo y la simulación del comportamiento del trabajador en su entorno es una potencial fuente de identificación y eliminación de riesgos que promete resultados muy interesantes en la fase de concepción o diseño del centro de trabajo, la instalación, la máquina o el proceso al que se le aplique.

La realidad virtual enriquecerá el aprendizaje y la enseñanza aportando nuevas herramientas para docentes y discentes de enseñanza y aprendizaje en entornos seguros, resulta una herramienta que ya se está empleando pero que ofrece una potencialidad y unas mejoras que probablemente aún no se aciertan a calibrar.

Trabajar seguro en el ámbito laboral es eliminar o minimizar los riesgos para los trabajadores, en el contexto que define la Industria 4.0, ese mismo concepto de trabajo seguro ha de proyectarse respecto del ámbito informático. En la era de la digitalización el trabajo seguro requiere de lugares de trabajo seguros y ciberseguros, una cosa sin la otra es incompleta.

Todos los cambios que se están empezando a intuir o siquiera a disfrutar, o sufrir, anuncian una revolución en el entorno laboral con desaparición de puestos de trabajo, aparición de otros nuevos, en entornos muy cambiantes, con nuevas jerarquías de decisiones, con nuevos riesgos para los trabajadores y con nuevas configuraciones en la organización del trabajo en las organizaciones que habrán de involucrar o considerar agentes externos desconocidos hasta hoy pueden ser los robots colaborativos. En ese ecosistema, que se mostrará en un futuro muy próximo, el reto será involucrar a la persona, las tecnologías pueden reprogramarse, pero las personas necesitan aprender, aceptar y adaptarse, y eso no es inmediato, la resistencia al cambio es el reto a resolver por las organizaciones del primer cuarto del siglo XXI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gartner. https://www.gartner.com/it-glossary/big-data [17-03-2019].

2. Anuoluwapo Ajayi , Lukumon Oyedele , Juan Manuel Dávila Delgado , Lukman Akanbi , Muhammad Bilal , Olugbenga Akinade , Oladimeji Olawale , (2019). Big data platform for health and safety accident prediction. Emerald Publishing Limited. Revista Mundial de Ciencia, Tecnología y Desarrollo Sostenible, Vol. 16 Número: 1, pp.2-21.
3. Kim Hua Tan , Víctor G Ortiz-Gallardo , Robert K Perrons (2016). Using Big Data to manage safety-related risk in the upstream oil & gas industry: A research agenda. Sage Journals. Vol 34.
4. MA Xiaoping; HU Yanjun; MIAO Yanzi (2014). Application research of technologies of Internet of Things, big data and cloud computing in coal mine safety production. Automatización industrial minera.
5. Lucian-Ionel Cioca; Larisa Ivascu (2014). IT Technology Implications Analysis on the Occupational Risk: Cloud Computing Architecture. Safety Science.
6. Mouna Jouini, Latifa Ben Arfa Rabai (2016). Comparative Study of Information Security Risk Assessment Models for Cloud Computing systems. Safety Science.
7. Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua. https://dle.rae.es/ [22-3-2019].
8. Process Industry Informer. https://es.processindustryinformer.com/editorial/the-evolution-of-robotics-meet-your-new-colleague/ [23-03-2019].
9. Chinniah, Yuvin. Robot Safety: Overview of Risk Assessment and Reduction (2016). Advances in Robotics and Automation.
10. Yinghua et al. Discussion on Application of IOT Technology in Coal Mine Safety Supervision. Science Direct (2012).
11. Zhang & Yu. A Study on the Fire IOT Development Strategy. Science Direct (2013).
12. Thibaud et al. Internet of Things (IoT) in high-risk Environment, Health and Safety (EHS) industries: A comprehensive review. Elsevier (2018).
13. Gartner. https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/. [17-03-2019].
14. Seshadri & Krishnamurthy. Structural Health Management of Damaged Aircraft Structures Using Digital Twin Concept. 25th AIAA/AHS Adaptive Structures Conference, AIAA SciTech Forum (2017).
15. Magargle et al. A Simulation-Based Digital Twin for Model-Driven Health Monitoring and Predictive Maintenance of an Automotive Braking System. Proceedings of the 12th International Modelica Conference, Prague, Czech Republic, May 15-17, 2017
16. Sacks, Perlman & Barack. Construction safety training using immersive virtual reality. Construction Management and Economics (2019).
17. Squelch, A.P. Virtual reality for mine safety training in South Africa. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy (2001).
18. R. Aggarwal, R; Black, S.A.; Hance, J.R.; Darzi, A.; Cheshire, N.JW. Virtual Reality Simulation Training can Improve Inexperienced Surgeons' Endovascular Skills. ScienceDirect (2006).
19. Read More: https://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/6.2017-1675
20. Instituto Nacional de Ciberseguridad. https://www.incibe.es/que-es-incibe [20-03-2019].

Grandvalira-ENSISA como ejemplo de buena praxis del Sistema Integrado de Gestión en las estaciones de esquí: comprometidos con el medio ambiente, la calidad y la seguridad y salud en el trabajo

RESUMEN / ABSTRACT

Introducción: El presente artículo es un repaso de los casi 25 años de la implementación de sistemas de certificación ISO en la estación de esquí de Soldeu-El Tarter-Canillo (ENSISA) y al compromiso de la estación para extender el Sistema Integral de la Gestión a todas las actividades de la organización: técnico, comercial, restauración, escuela de esquí y centro médico.
Metodología: entrevistas a los agentes clave que han sido los impulsores de la implementación del Sistema Integrado de Gestión en ENSISA (empresa que gestiona Soldeu-El Tarter-Canillo) así como revisión de documentación de la estación de esquí y página web, revisión de artículos sobre gestión integral en las organizaciones y sobre implementación/renovación de sistemas de certificación ISO.
Resultados/Conclusiones: Soldeu-El Tarter-Canillo es una de las estaciones pioneras en Europa, en el sector de las estaciones de esquí alpino, en crear una línea estratégica integral de gestión que ha marcado las líneas de actuación futuras en el sector del esquí. Para la estación de esquí, el respeto medio ambiental es una prioridad, ya que es el medio que permite desarrollar la actividad del esquí y se trabaja de manera sistémica para causar el menor impacto posible en su entorno. De manera paralela, también se integran aspectos de calidad en todos los servicios que se ofrecen en la estación, la seguridad alimentaria de toda la oferta de restauración y la adopción de toda la legislación en materia de seguridad y salud laboral, así como de las certificaciones que marcan los principales estándares internacionales.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Caso empresarial de buena praxis
Empresa puntera a nivel mundial en estaciones de esquí
Integración de sistemas de gestión en estación de esquí

AUTORES / AUTHORS

Cristina Fernández-Farina
Universitat d'Andorra-CERPIE (UPC)
cfernandezf@uda.ad
Vic Torres
Grandvalira-ENSISA
victorres@soldeu.ad
Ton Naudi
Grandvalira-ENSISA

INTRODUCCIÓN

La estación de esquí Soldeu-El Tarter fue fundada en 1964 y ENSISA es la empresa que la gestiona. Actualmente, Soldeu, El Tarter y Canillo, son tres de los seis sectores que conforman Grandvalira, en Andorra, que es la mayor estación del Pirineo y una de las mayores de Europa (con 210 kilómetros de pistas, un total de 128 pistas y un forfait único de todo el dominio esquiable).

El presente artículo es un repaso de los casi 25 años de la implementación de sistemas de certificación ISO (*International Organization for Standardization*) en el dominio de esquí de Soldeu-El Tarter (ENSISA) y al compromiso de la estación para extender el Sistema Integral de la Gestión a todas las actividades de la organización del dominio de esquí alpino: técnico, comercial, restauración, escuela de esquí y médico. La estación ha sido y es una de las pioneras en la Gestión Integral de Gestión en Europa en el sector esquí y trabaja de manera continua en la mejora de procesos de toda la estación.

METODOLOGÍA

Para la elaboración de este artículo se han realizado entrevistas a los agentes clave que han sido los impulsores de la implementación del Sistema Integrado de Gestión en Solfeu-El Tarter, así como la revisión de documentación de la estación de esquí, página web corporativa, revisión de artículos sobre gestión integral en las organizaciones y sobre implementación y renovación de sistemas de certificación ISO.

RESULTADOS

A partir de la revisión realizada de la bibliografía, la documentación de la estación de esquí y las entrevistas a los agentes clave, se centra el análisis en los siguientes ámbitos:

En primer lugar, se hace un breve repaso a los sistemas de certificación internacional ISO que desarrolla estándares internacionales que ayudan a las organizaciones, de todas las industrias, a dar las soluciones globales que requiere el mercado.

En segundo lugar, se hace una revisión de la estación de esquí Soldeu-El Tarter por lo que respecta a su gestión integrada en materia de calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo e inocuidad alimentaria.

1. ISO: Organización Internacional de Normalización

ISO (*International Organization for Standardization*) es una organización internacional independiente, no gubernamental, integrada por 162 organismos nacionales de normalización (los miembros no son individuos ni personas sino las principales organizaciones de estándares en sus países y solo hay un miembro por país).

Los miembros tienen la función de reunir expertos en cada una de las materias que trabajan para compartir conocimientos y desarrollar estándares internacionales voluntarios, que están basados en el consenso y relevantes para el mercado internacional, que fomentan la innovación y dan soluciones a los desafíos globales.

Los estándares de tipo internacional proporcionan especificaciones a nivel internacional para productos, servicios y sistemas, para así garantizar la calidad, la seguridad, la eficiencia y facilitan el comercio internacional. El uso de los sistemas de gestión ha crecido rápidamente en los últimos años en la búsqueda de la mejora continua de las organizaciones y del rendimiento sostenido e integrado en todos los procesos empresariales. Desde la mejora de la calidad, el respeto por el medio ambiente, la eficiencia energética, la seguridad y salud laboral, la seguridad alimentaria, el tránsito, entre las normas internacionales más conocidas e implementadas en las empresas a nivel global (ISO presenta más de 60 sistemas de gestión diferenciados).

Debido a la complejidad de implementar los diversos sistemas de certificación (ISO 9001 de calidad, ISO 14001 de medio ambiente, ISO 45001 de seguridad y salud organizacional, ISO 22000 de seguridad alimentaria, etc.) se ha optado por utilizar la integración efectiva de los sistemas de gestión en la organización.

Un sistema de gestión es la manera como una empresa gestiona las diversas partes relacionadas del negocio para lograr sus objetivos de calidad en todas las fases del producto y servicio, la eficiencia operativa, cuestiones medioambientales, la seguridad y salud en el trabajo en todos los procesos de la empresa. (Ver: Figura 1).

El sistema de gestión ISO ayuda a las organizaciones a crear una cultura de empresa que involucra a toda la cadena empresarial de manera reflexiva en un ciclo de mejora continua de autoevaluación, corrección y mejora de todas las operaciones y procesos a través de una mayor concienciación de empresarios, directivos, técnicos, empleados, fomentando el compromiso y el liderazgo.

Figura 1: Sistema de gestión integrado en la organización



Fuente: ISO (2017)

Los beneficios de un sistema de gestión eficaz son: el uso más eficiente de los recursos, mejora de la gestión de riesgos laborales y protección de las personas y del medio ambiente, la mejor capacidad para ofrecer productos y servicios que mejoran de manera continuada aumentando así el valor para los clientes (ISO, 2017).

Por lo que respecta a la certificación, ISO no certifica, pero ha creado una serie de estándares relacionados con el proceso de certificación que son los que se utilizan por los organismos de certificación acreditados o no por ISO. La certificación la realizan organismos de certificación externos. Se puede diferenciar entre certificación y acreditación (Ver: Tabla 1):

Tabla 1: Diferencia entre certificación y acreditación

Certificación	**Acreditación**
Provisión por un organismo independiente de garantía escrita (certificado) de que el producto, servicio o sistema cumple con los requisitos específicos.	Reconocimiento formal por parte de un organismo independiente, generalmente conocido por organismo de acreditación, de que un organismo de certificación opera de acuerdo con las normas internacionales.

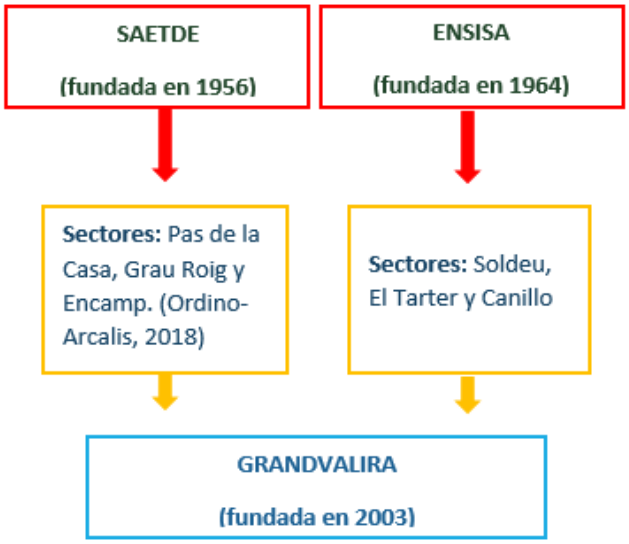
Fuente: ISO

2. Grandvalira: Soldeu-El Tarter (ENSISA). 25 años integrando los sistemas de gestión en la estación de esquí andorrana

Para poder gestionar de manera integrada una de las estaciones de más extensión de Europa y que acoge competiciones deportivas de máximo nivel y eventos internacionales de primer orden como por ejemplo: las Finales de la Copa del Mundo de Esquí Alpino de Andorra 2019, la Total Fight Masteres of Freestyle 2019, las Finales de la copa del mundo de KL 2019, entre otros acontecimientos, ha sido necesario mucho esfuerzo y trabajo continuado de la estación Grandvalira para así convertirse en uno de los referentes a nivel mundial del esquí. Así, el grupo empresarial Grandvalira, de estaciones de esquí, se sitúa en el top 14 de un total de más de 2.000 estaciones de 68 países de todo el mundo (International Report on Mountain Tourism, 2018).

Concretamente, Soldeu, El Tarter y Canillo son tres de los de los seis sectores de esquí de Grandvalira, en Andorra: por un lado, los sectores de Pas de la Casa, Grau Roig, Encamp y la incorporación de la oferta de la estación de esquí de Ordino-Arcalis, durante la temporada de esquí 2018-2019 (con SAETDE como empresa gestora) y, por otro lado, los sectores de Soldeu, El Tarter y Canillo (con ENSISA como empresa gestora). Ver: Figura 2.

Figura 2: Grandvalira. Dominio de esquí (ENSISA, SAETDE)



Fuente: Grandvalira

En este trabajo nos centramos en la gestión de ENSISA, aunque en trabajos futuros se pretende también conocer como ha sido la implementación de los diversos sistemas de gestión en SAETDE a lo largo de su historia. Las dos empresas gestoras, como hemos dicho anteriormente, integran Grandvalira.

ENSISA se centra en las certificaciones que son la base de su actividad económica: la calidad del servició y del producto, el respeto y el cuidado medioambiental, la seguridad y salud en el trabajo, y la inocuidad alimentaria. (Ver: Tabla 2).

Tabla 2: Año y sistema de gestión implantado en ENSISA

Certificaciones internacionales de gestión organizacional de ENSISA		
Año de implantación	**Certificación**	**Ámbito**
Desde marzo de 1999	ISO 9001: 2015	Gestión de la calidad
Desde febrero de 2002	ISO 14001: 2015	Gestión ambiental
Desde mayo de 2009	OHSAS 18001:2007	Gestión de seguridad y salud en el trabajo
Desde mayo de 2009	ISO 22000: 2018	Gestión de la seguridad alimentaria

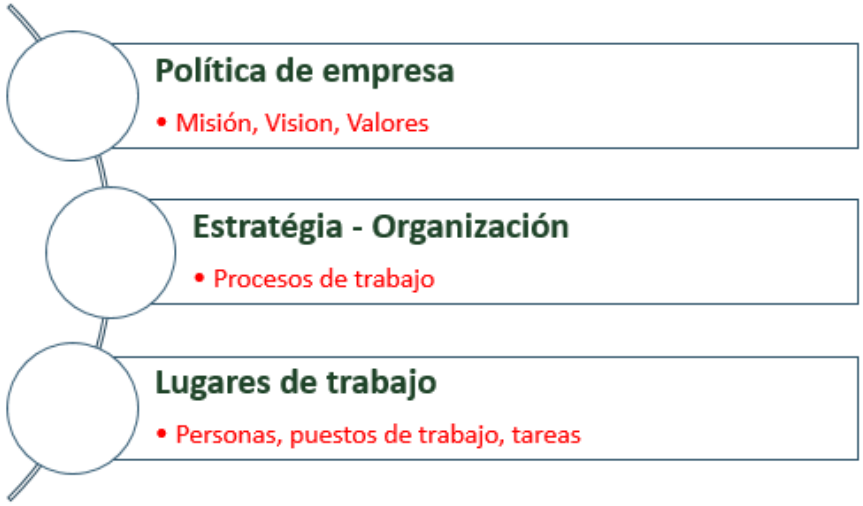
Fuente: ENSISA

Como podemos ver en la Tabla: 2, comprobamos que ya hace 20 años que la estación se ha certificado en la ISO 9001 de Gestión de la calidad y que, desde entonces, de una manera progresiva, se han ido ampliado y renovado las certificaciones ISO. Para lograr estos objetivos ha sido necesario disponer de un verdadero Sistema Integral de Gestión en todos los ámbitos de la organización.

Las certificaciones son la imagen internacional que permiten a la estación de esquí mostrar los principios, la misión los valores y la cultura empresarial y también, la manera de desarrollar todos los procesos y actividades diarias que son los que dan sentido a cada uno de los lugares de trabajo de la estación: técnico, comercial, restauración, escuela de esquí y centro médico (ver: Figura 3).

Cada año se recibe el seguimiento de una inspección interna y externa para controlar todos los ítems a valorar y, cada tres años se realiza una renovación completa que siempre se ha renovado desde 1999 (revisión de documentación, registros, instrucciones, los procedimientos según las normas internacionales y la propia auto- exigencia de la estación).

Figura 3: Excelencia en el sistema de gestión empresarial



2.1. ISO 9001: 2015 – Gestión de la calidad

La ISO 9001 de la gestión de la calidad se adapta a cualquier organización tenga el tamaño que tenga e independientemente de su actividad económica. Actualmente, y según los datos de la *Encuesta de Certificación ISO,* hay más de un millón de empresas y organizaciones certificadas según ISO 9001 en más de 170 países (Encuesta de Certificación ISO, 2017). Este estándar se basa en un enfoque centrado en el cliente, la implicación de la alta dirección, el enfoque del proceso y la mejora continua.

ENSISA, se certifica en ISO 9001 por primera vez en 1999 con el objetivo principal de garantizar que el cliente de la estación de esquí obtenga un producto y un servicio de calidad.

A parte de todos los requisitos de obligado cumplimiento para poder certificar todos los sectores de la estación de esquí: técnico, comercial, restauración, escuela de esquí y médico, también se pueden observar una serie de requisitos de tipo voluntario y con un elevado grado de auto exigencia que sobresalen en el ámbito Pirenaico e Ibérico:

- Equipo de acogida dedicado en exclusiva a la recepción del cliente y a su atención integral en la estación de esquí.
- Equipo de seguridad que tiene como objetivo el mantenimiento de la calidad en el terreno *in situ* con el objetivo de mantener y aumentar la calidad de la estación de esquí (redes de protección, cruces, señalización y otras incidencias que se puedan detectar) para solventar cualquier irregularidad detectada y con autoridad para sancionar las conductas no adecuadas dentro de la estación. Los dos equipos cuentan con un grupo humano de unos 14-16 trabajadores.
- Departamento de objetos perdidos de los clientes de la estación y su seguimiento continuado a través de un programa informático.
- Servicio de voluntariado de 5-6 personas con perfil de esquiadores experimentados, conocedores de la estación y con dominio de 6 lenguas, para dar soporte y/o información en el terreno a los clientes de la estación.

2.2. ISO 14001: 2015 – Gestión del medio ambiente

La ISO 14001 de la gestión del medio ambiente planifica un marco a las organizaciones para implantar un sistema de gestión ambiental efectivo y se adapta a las dimensiones de la empresa y al sector de actividad. Es una herramienta que da seguridad a toda la cadena empresarial (gerencia y empleados) y a los *stakeholders.* Se observan más de 300.000 certificaciones de ISO 14001 en 171 países (Encuesta de Certificación ISO, 2017). ENSISA, se certifica por primera vez en la ISO 14001 en el año 2002.

De las acciones concretas y retos más importantes se destacan los siguientes (Soldeu-El Tarter, 2016):

- En 2010 ENSISA fue galardonada con el trofeo Eco-Damage, organizado por Kässbohrer E.S.E., en colaboración con la Asociación de Riders de Montaña: premio que reconoce el trabajo de los campos de nieve para reducir la huella ecológica. La estación hace casi 25 años que tiene una hoja de ruta a seguir orientada a proteger el entorno y a minimizar el impacto medioambiental.
- Adquisición de la primera “e-retrac” (pisanieves electrica).
- Conscientes de la importancia que el entorno natural confiere a la estación de Soldeu-El Tarter y a la importancia de su conservación para las generaciones futuras, en el año 2015, ENSISA, fue el primer dominio esquiable de Andorra en firmar el compromiso de la Estrategia Nacional del Paisaje.
- Antes de acometer una modificación del entorno se elabora una evaluación del impacto ambiental para identificar los puntos críticos: el suelo es la base de la estación de esquí y el sustrato de la vegetación del entorno es la primera fase de un trabajo respetuoso con el entorno. Cuando se hacen trabajos en el terreno y se delimita la zona de actuación, se conserva la primera capa vegetal para depositarla posteriormente en su emplazamiento original.
- En la creación de taludes y, con el objetivo de prevenir la erosión del terreno, se utilizan redes de coco o jute que contribuyen a la fijación del terreno. A posteriori, se siembran las zonas para reducir también la erosión del campo de nieve.
- ENSISA, forma parte del proyecto transpirenaico Ecovars, que tiene como objetivo crear un banco de semillas autóctonas (Premio de Iniciativas Ambientales 2016, del Centro Andorra Sostenible).
- Las áreas de turberas bajas (zonas húmedas) reciben una atención especial con señalizaciones y cercados específicos que están incluidos dentro del Plan Nacional de Conservación del Gobierno de Andorra, por su gran diversidad de hábitats tanto animales como vegetales y su gran valor ecológico.
- El mantenimiento del campo de nieve durante la época de explotación se hace con un sistema monitorizado (CGX) que permite introducir los datos de la actividad y trabajar de una manera más eficiente. Las maquinas pisanieves tienen instalados radares que indican el grosor de la nieve para así, producir la nieve de cultivo únicamente donde es necesario y para regular la presión del pisado y reducir, de esta manera, la erosión del terreno.
- La estación de esquí también es el hábitat natural de una variada fauna salvaje y, en algunas

ocasiones, con una protección especial: urogallos, marmotas, rebecos, zorros, muflones, quebrantahuesos, águilas, trucha común, etc. La estación de esquí tiene el compromiso ético de velar por las especies especialmente vulnerables y proteger las zonas de reproducción señalizándolas de manera adecuada y manteniendo el caudal ecológico de los ríos.

- La mayoría de los nombres de las pistas de esquí hacen referencia a la fauna y la flora del entorno como reconocimiento del patrimonio natural y con un objetivo pedagógico para fomentar el respeto medioambiental y el conocimiento del entorno.
- Proyecto colillas: Reciclaje de las colillas de tabaco en toda la estación (se ha detectado como uno de los principales residuos de la estación de esquí): se procede a la recogida, limpieza, desinfección, control y, posterior reutilización en material sanitario de inmovilización (férulas). Primer premio en el año 2014 del Centro de Andorra Sostenible.
- ENSISA, también tiene en cuenta aspectos relacionados con el agua y están comprometidos con los principios de respeto y responsabilidad de su gestión integral en toda la estación de esquí: gestión telemática de toda la red de agua tanto para el consumo humano como para la producción de nieve de cultivo y el mantenimiento de las zonas de golf (el mantenimiento de la capa vegetal de las áreas de golf permite reducir la producción de nieve en temporada de invierno); instalación de aireadores de agua en todas los grifos de la estación para reducir el caudal, instalación de células fotoeléctricas y pulsadores; el agua para la producción de nieve de cultivo no recibe ningún tipo de tratamiento químico para así preservar su ciclo natural; la utilización de sistemas automáticos que garantizan el caudal ecológico y las reservas de agua de la estación (reserva de 164.000 m^3de agua).
- Las aguas residuales y otros residuos de la estación también merecen una atención especial para la estación de Soldeu-El Tarter: utilización de inodoros secos para evitar la producción de agua residual, decantación de las aguas residuales previa conexión con las redes de colectores públicos; las cocinas de restauración disponen de instalaciones de última generación para la separación de grasas; organización de dos limpiezas generales de residuos de la estación fuera de la temporada de invierno; promoción de políticas de reducción, reutilización y reciclaje de residuos diversos de la estación, entre las acciones más destacables.
- Por lo que respecta a la reducción del consumo energético, son numerosas las acciones a destacar en todas las áreas de la estación: inversión en las últimas soluciones tecnológicas para obtener el máximo ahorro; instalación de placas de infrarrojos y termostatos que permiten un gran ahorro en comparativa con los calefactores de aire tradicional; instalación de bombillas de bajo consumo y alto rendimiento energético; colocación de células de control de presencia, etc.

2.3. OHSAS 18001: 2007 – Gestión de la seguridad y salud en el trabajo

OHSAS (*Occupational Health and Safety Assessment Series)* es una norma de gestión en seguridad y salud en el trabajo. Esta norma internacional será sustituida próximamente por la ISO 45001:2018. La nueva ISO 45001 está diseñada para integrarse con otros estándares del sistema de gestión y para garantizar la compatibilidad con otras normas ISO (Fernández-Farina y Da Silva, 2018).

ENSISA, implanta este estándar internacional en el año 2009 con el objetivo de gestionar de manera adecuada la seguridad y salud en la estación de esquí y minimizar los riesgos laborales y ya está preparada para integrar los nuevos requerimientos de la nueva ISO 45001 (dispone de tres años para la implementación de la norma después de su publicación).

Las principales líneas en las que se centran los cambios son las que se indican a continuación:

1. Adaptación a la Estructura de Alto Nivel de las normas de gestión ISO.
2. Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) de mejora continua del sistema de gestión para que las organizaciones planifiquen las mediciones para minimizar el riesgo de daño.
3. El liderazgo y la participación de los trabajadores como piedra angular de todo el proceso y pasa a ser un requisito.
4. La gerencia debe demostrar liderazgo y participar directamente en el sistema de gestión de salud y seguridad ocupacional.
5. Además de los peligros para la salud y la seguridad en el trabajo, se identifican y tienen en cuenta los riesgos y las oportunidades: acciones que se implementarán.
6. Se tienen en cuenta los riesgos de los proveedores de servicios externos (gestión de la subcontratación.

Integrar un sistema de gestión de la salud y de la seguridad en el lugar de trabajo permite a las organizaciones: mejorar el desempeño en materia de salud y seguridad ocupacional; evitar o reducir el trauma y las patologías relacionadas con el trabajo; contribuir al establecimiento de lugares de trabajo seguros y saludables; prevenir incidentes y proteger al personal; optimizar los costos directos e indirectos de la seguridad y la salud en el trabajo.

Por lo que respecta a la norma de seguridad y salud en el trabajo, está norma de gestión está totalmente alineada a la legislación de Andorra y de cada país. Se destacan las siguientes acciones y retos de ENSISA en este ámbito:

- El liderazgo tiene un papel clave en todo el proceso de seguridad de la estación: los lideres desarrollan la misión, visión, valores y principios éticos y actúan como modelo de referencia de seguridad y salud; refuerzan una cultura de excelencia entre las personas de la organización y se aseguran de que la organización sea flexible y que gestione bien el cambio.
- La estrategia está centrada en los grupos de interés y en comprender sus necesidades y expectativas con un seguimiento continuado: objetivos en los que se integran la mejora de la calidad y las condiciones de trabajo, implicación de los trabajadores, reuniones de comunicación de los planes de seguridad, inversión económica en el apartado de seguridad y salud laboral.
- Las personas de la organización apoyan la estrategia y se desarrolla el conocimiento y las capacidades de las personas. La comunicación es eficaz y se reconoce el trabajo de todo el equipo: formación específica en temas de calidad y condiciones de trabajo, seguimiento de los índices de siniestralidad, incidentes, etc.
- Por lo que respecta a las alianzas y recursos se tiene en cuenta la gestión de *partners* y proveedores, gestión de los recursos económicos y financieros; gestión sostenible de edificios, equipos, materiales y recursos naturales; gestión de la tecnología para hacer realidad la estrategia; gestión de la información y el conocimiento relacionado con la seguridad y salud en el trabajo.
- Los procesos, productos y servicios se diseñan y mejoran para aumentar su valor para los grupos de interés y para los clientes teniendo en cuenta su seguridad, su eficacia y su mejora continua.

Finalmente, señalar que la nueva ISO 45001:2018 ha sido un hecho de gran importancia para los técnicos en prevención de riesgos laborales, médicos y enfermeras de empresa, auditores, inspectores de trabajo y, para todos los agentes clave relacionados con la seguridad y la salud laboral, ya que se equipara con el resto de sistemas de gestión de la organización como pueden ser la calidad, el medio ambiente, la responsabilidad social corporativa, de manera integrada en la empresa.

2.4. ISO 22000: 2018 – Gestión de la seguridad alimentaria

La ISO 22000 de la gestión de la seguridad alimentaria ayuda a las empresas y organizaciones a identificar y controlar los peligros que pueden comportar los alimentos. Concretamente, detalla el proceso para garantizar que los alimentos sean seguros y se adapta a las dimensiones o posición en la cadena alimentaria.

En 2018 se publicó la nueva versión de la Norma ISO 22000:2018 que sustituirá a la primera versión de 2005. Las empresas tendrán 3 años para adaptarse a la nueva norma y a sus requisitos:

Son cuatro las principales líneas en las que se centran los cambios (Verano, 2018):

1. Adaptación a la Estructura de Alto Nivel de las normas de gestión ISO.
2. Enfoque basado en riesgos, no sólo los establecidos en el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC).
3. Clarificación de ciertos requisitos ya establecidos en la versión actual, como comunicación, gestión de emergencias, selección de las medidas de control, plan de control de Puntos de Control Crítico (PCC) y de Programas de Prerrequisitos (PPR) o validación de las medidas de control.
4. Ciclo PCCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) de mejora continua y conjunto: el del sistema de gestión y el de los principios APPCC.

ENSISA, implanta este estándar internacional en el año 2009 con el objetivo de minimizar los riesgos en los seis centros de restauración que ofrece la estación de esquí y que gestiona de manera directa.

La importancia que Grandvalira y, concretamente Soldeu-El Tarter, le da a la oferta gastronómica de la estación de esquí es máximo, ya que desde el año 2010 ha ido aumentando la calidad y la adhesión de los clientes (en 2010 y a partir de una encuesta de satisfacción se identifica que el punto menos valorado por los esquiadores era la oferta gastronómica). Actualmente, este ítem es uno de los más valorados y se enmarca dentro del *Grandvalira Mountain Club*. Desde 2011 las ventas se han duplicado (con una facturación de 15 millones de euros y una penetración del 90%). Jesús Terés, en su sección de gastronomía, de la revista de viajes *Condé Nast Traveler* afirma que la estación de esquí Grandvalira es pionera gastronómica mundial después de analizar y comparar diversos ítems: facturación, consumo, análisis de la calidad y la oferta gastronómica (Terés, 2018).

Para poder gestionar el aumento de calidad gastronómica, la oferta y la demanda producida en los últimos años, es de vital importancia velar por acciones concretas alineadas con la seguridad alimentaria para evitar posibles riesgos relacionados con la aplicación en cualquier eslabón de la cadena alimentaria que, de una manera directa o indirecta, pueda representar un peligro para la inocuidad de los alimentos.

CONCLUSIONES

Grandvalira-ENSISA está comprometida con la Excelencia empresarial convirtiéndose de esta manera, en la estación de esquí alpino pionera en Europa en crear una línea estratégica integral de gestión que marca las pautas de desarrollo futuro del sector de los campos de nieve.

Como pilar fundamental del dominio esquiable, el respeto y cuidado medio ambiental, ya que es el medio que permite desarrollar la actividad del esquí y se trabaja de manera coordinada para causar el menor impacto en el entorno y, de manera paralela, la integración de la calidad en todos los ámbitos de la estación: técnico, comercial, restauración, escuela de esquí y médico; la seguridad y salud en el trabajo de todo el equipo humano que integra la estación y el compromiso con la inocuidad alimentaria de la oferta de restauración, son el resto de pilares que sustentan la gestión integral del dominio Soldeu-El Tarter.

El sistema de gestión ISO implantado por Soldeu-El Tarter es una herramienta que aumenta la cultura de empresa y que involucra a toda la cadena empresarial de manera reflexiva en un ciclo de mejora continua de autoevaluación, corrección y mejora de todas las operaciones y procesos a través de una mayor concienciación de los inversores, directivos, técnicos, empleados, fomentando el compromiso y el liderazgo.

AGRADECIMIENTOS

A todos los trabajadores de Grandvalira por su implicación y trabajo diario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baraza, X. y Fernández-Farina, C. (2017). Elementos de la gestión de la prevención de riesgos laborales. FUOC-PID_00241507. Material docente de la UOC.

Bestratén, M., Baraza, X., y Corrons, A. (2016). Gestión de la prevención en un marco de excelencia. Editorial UOC.

ENSISA (2016). *Soldeu el Tarter: 20 anys compromesos amb el medi ambient.* Imprenta Envalira. Andorra. ISBN: 978-99920-3-107-0

Fernández-Farina, C. y Da Silva, A. (2018). La transición de la norma OHSAS 18001:2007 versus la norma ISO 45001:2018 como sistema internacional de gestión de seguridad y salud en el trabajo. (15-24). XVIII Jornadas Intercongresos y VI Simposio de la Asociación Andaluza de Medicina y Seguridad del Trabajo. Córdoba (España). Disponible en: https://www.jornadascordobasemst2018.com/images/site/programa_cordoba.pdf

Grandvalira: página web corporativa. Disponible en: https://www.grandvalira.com/

ILO. Guidelines on occupational safety and health management systems, ILO-OSH 2001. Second ed. International Labour Office, Geneva, 2009. Disponible en: http://www.ilo.org/safework/info/standards-and-instruments/WCMS_107727/lang--en/index.htm

ISO (2017). Annual Report 2017: Building for a better future. Disponible en: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/about%20ISO/annual_rep...

ISO (International Organization for Standardization). Disponible en: https://www.iso.org/about-us.html

ISO 45001. Occupational health and safety management systems- Requirements with guidance for use. Disponible en: https://www.iso.org/standard/63787.html

ISO. Encuesta ISO de certificaciones a los estándares del sistema de gestión. Resultados completos. (2017). Disponible en: https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1

Marimon, F., Casadesús, M., y Heras, I. (2006). "ISO 9000 and ISO 14000 standards: an international diffusion model", *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 26 Iss: 2, pp.141-165.

Terés, J. (2018). Condé Nast Traveler (Gastronomía: 14/02/2019). Disponible en: https://www.traveler.es/gastronomia/articulos/donde-comer-en-grandvalira-andorra-snow-club-gourmet/14595

Vanat, L. (2018). 2018 International Report on Snow & Mountain Tourism. Overview of the key industry figures for ski ressorts. Disponible en: https://www.vanat.ch/RM-world-report-2018.pdf

Verano, D. (2018). La nueva ISO 22000 ya está disponible. AENOR (Nº339). Disponible en: https://revista.aenor.com/339/la-nueva-iso-22000-ya-esta-disponible.html

La prevención es cosa de todos

RESUMEN / ABSTRACT

El Parque de Investigación Biomédica de Barcelona (PRBB) es una gran infraestructura científica compuesta por diferentes centros de investigación independientes. El edificio ocupa 55.000 metros cuadrados y trabajan en él alrededor de 1.400 personas de 52 nacionalidades diferentes. En 2011, con el objetivo de informar y sensibilizar en materia de prevención de riesgos laborales, se implantó la campaña “La prevención es cosa de todos. ¡Empieza por ti!”. En 2018 se ha llevado a cabo una actualización de la misma. Se lanzó en abril y finalizará en mayo de 2019 con un concurso fotográfico sobre buenas prácticas de prevención. La campaña se compone de diez nuevos temas presentados de modo ameno por un personaje, llamado “Previ”, que también ha actualizado su imagen. Cada lema mensual se lanza durante una semana con un tema central, que engloba una serie de mensajes y consejos claros y directos. El público objetivo es el personal investigador, administrativo y de servicios residente en el edificio del PRBB, por lo que se han considerado temas dirigidos a cada segmento concreto. Por ejemplo, la movilidad al extranjero, la seguridad vial, la gestión de residuos químicos, la caducidad de la protección individual, la protección a la maternidad y la paternidad, y aspectos ergonómicos como el cuidado de los ojos o de la muñeca en el trabajo con pantallas de visitación de datos o al pipetear. Esta campaña es una iniciativa conjunta de los centros que forman parte del edificio PRBB y ha sido coordinada por la Comisión Intercentros de Prevención de Riesgos Laborales y el Departamento de Comunicación y Relaciones Públicas del Consorcio del PRBB.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Coordinación empresarial de actividades preventivas consensuada
Diseño a medida de la población diana
Continuidad de un proyecto que se inició en 2011

AUTORES / AUTHORS

Sergi Jarque Salas
UNIVERSITAT POMPEU FABRA
sergi.jarque@upf.edu
Sandra Vial Mora
Fundación Instituto Mar de Investigaciones Médicas (IMIM)
svial@imim.es
Mònica Rodríguez Cervera
Consorci del Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona – CPRBB
Lourdes Luque Ramírez
Consorci del Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona – CPRBB
Sonia Alcázar García
CRG-Centre de Regulació Genòmica
Samuel Espinal Murillo
Instituto de Salut Global

INTRODUCCIÓN

El Parque de Investigación Biomédica de Barcelona (PRBB) es una iniciativa de la Generalitat de Catalunya, el Ayuntamiento de Barcelona y la Universidad Pompeu Fabra. Es una gran infraestructura científica compuesta por diferentes centros de investigación independientes y estrechamente relacionados entre sí. Su misión es liderar la investigación traslacional del sur de Europa. Con un gasto en I+D acumulado de unos 110 M€ por año y un equipamiento científico de vanguardia, permite explorar en un espacio único las cuestiones más relevantes de las ciencias de la vida y de la biomedicina, desde la perspectiva molecular hasta la poblacional. El edificio PRBB ocupa 55.000 m^2 y está físicamente conectado con el Hospital del Mar. Fue inaugurado en mayo del 2006 y actualmente están trabajando en él alrededor de 1.400 personas de 52 nacionalidades diferentes.

En el edificio conviven personas que desarrollan su actividad profesional en diversas instituciones y empresas, con diferentes vinculaciones en cada una de ellas: personal en formación, personal contratado o funcionario, estudiantes en prácticas, colaboradores y visitantes.

Con el fin que los técnicos de prevención de estas instituciones pudieran desarrollar actividades de coordinación necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo, se creó la *Subcomisión de trabajo para la acción preventiva en actividades científicas*. Las instituciones que integran la subcomisión son:

- Consorci Parc de Receca Biomèdica de Barcelona (CPRBB)
- Instituto Hospital del Mar de Investigaciones Médicas (IMIM)
- Universitat Pompeu Fabra (UPF)
- Centro de Regulación Genómica (CRG)
- Instituto de Salut Global de Barcelona (ISGLOBAL)

En esta subcomisión además de estas tareas de coordinación en prevención de riesgos laborales en la actividad científica, se trabaja con el objetivo de transmitir la cultura preventiva a todos los usuarios del edificio de forma consensuada entre todas las instituciones.

En este entorno, surgió la idea de realizar una campaña de comunicación con un doble objetivo. Por un lado concienciar y sensibilizar sobre la importancia de la prevención en los puestos de trabajo, incorporando buenas prácticas preventivas y, por otro, promover la incorporación de hábitos saludables en la vida cotidiana fuera del entorno laboral.

Para realizar esta campaña de forma adecuada, se contó con la colaboración del Área de Comunicación y Relaciones Públicas del Consorcio del PRBB de manera que la mesa de trabajo se configuró como un equipo multidisciplinar.

METODOLOGÍA

La campaña de prevención gira en torno a un personaje llamado “Previ” ideado específicamente. Se trata de una especie de probeta expresiva, que cambia de color e indumentaria según el lema. Este personaje, de forma amena, directa y sencilla introduce de forma escenificada cada mes un mensaje principal del que se derivan diversas recomendaciones e instrucciones. Toda la campaña se ha ejecutado en catalán, castellano e inglés para poder llegar a todos los usuarios del edificio.

La duración de la campaña ha sido de un año (de abril 2018 a abril 2019) y durante este período se han presentado doce mensajes principales utilizando diferentes soportes y plataformas de comunicación a lo largo de una semana.

A continuación, se indican los mensajes principales de cada mes que se han lanzado en la campaña:

- Abril 2018: *“La prevención es cosa de todos. ¡Empieza per ti!”*: coincidiendo con el Día Internacional de la Seguridad y la Salud en el Trabajo, en este primer mensaje se presentaba la nueva imagen del personaje “Previ” que introducía el mensaje de cada mes.
- Mayo 2018: *“Dirígete a prevención”*: a través de algunas preguntas, como por ejemplo *¿Te has accidentado trabajando y necesitas atención médica?,* promovíamos la comunicación y el contacto con los departamentos de prevención.
- Junio 2018: *“Mobilidad en el extranjero”:* presentamos las posibles opciones a tener en cuenta antes de salir del centro de trabajo para colaborar o realizar estancias en otros países.
- Julio 2018: *“Seguridad Vial”*: con la vista en las vacaciones de verano, el mensaje iba dirigido a la prevención de accidentes en los desplazamientos tanto a nivel personal, pensando en las diversas nacionalidades de los usuarios, como *in itinere.*
- Agosto 2018: “Felices vacaciones”: con solo un mensaje de deseo para unas vacaciones seguras.

- Septiembre 2018: *"#Challange: Revisa los productos químicos (Should stay or Should they go)":* recordamos como se debe almacenar, revisar y retirar productos químicos de los laboratorios.
- Octubre 2018: *"Cuídate los ojos"*: pequeños consejos para descansar la vista y realizar las tareas de forma correcta.
- Noviembre 2018: *"No tires productos por el desagüe"*: en este mes el mensaje estaba orientado a la gestión segura y adecuada de los residuos de riesgo de laboratorio.
- Diciembre 2018: *"Previ os desea ¡Feliz Navidad!"*: el mensaje de este mes fue una felicitación navideña.
  Enero 2019: *"Caducidad de los EPI's":* consejos para el almacenamiento, revisión y retirada en caso de caducidad de las protecciones individuales.
- Febrero 2019: *"Protección a la maternidad y a la paternidad"*: mensajes dirigidos a mujeres embarazadas y a futuros padres y madres que trabajan con agentes peligrosos.
- Marzo 2019: *"Cuida tus manos"*: consejos de ergonomía de la muñeca para pipetear y trabajar con equipos informáticos.
- Abril 2019: *"Escucha a tu cuerpo"*: se presentan indicadores de salud obtenidos de los estudios epidemiológicos de los centros.

Los soportes en lo que se ha realizado la campaña son:

- Posters verticales A3 con los mensajes en tres idiomas para plataformas físicas.
- Lona roll-up de 200 cm genérica de la campaña.

Plataformas y técnicas de comunicación utilizadas:

- PRBB Inside (Intranet del PRBB): noticias mensuales de lanzamiento (http://portal.prbb.org).
- Vitrinas en los vestíbulos de las 7 plantas del edificio y plafones del restaurante/comedor.
- Porta-posters en los 6 ascensores del edificio.
- Intranets de los centros: noticias de lanzamiento y resúmenes de campañas mensuales.
- Roll-up en las plantas. Cada mes, y durante una semana, en cada una de las 7 plantas.
- Gestión de contenidos generales de prevención en la web 2.0 (Facebook, Twitter, etc.).
- Comunicado interno (mediante el correo electrónico a todos los residentes del Parque) con el resumen de la campaña.

En el mes de mayo de 2019 se concluirá la campaña "*La prevención es cosa de todos. ¡Empieza por ti!*" con un concurso fotográfico que pretende motivar la positividad frente la Prevención premiando la mejor imagen captada en una de las diferentes instituciones que ilustre una buena práctica preventiva de los usuarios habituales del edificio PRBB.

Paralelamente a la difusión del concurso, a través de los soportes habituales, se enviará una encuesta en-línea a todos los usuarios del edificio con el fin de conocer la opinión y evaluar su percepción respecto al contenido, mensajes, metodología y soportes de la campaña. El cuestionario contempla variables sociodemográficas básicas e incluye preguntas para conocer y evaluar dos cuestiones principales: si se han entendido los mensajes y si se ha generado un cambio en la actitud preventiva de los usuarios. Se podrá contestar entre el 20 y el 25 de mayo y la explotación de los datos se presentará de forma segmentada por nacionalidad, institución y tipo de trabajo (de poyata de laboratorio, de escritorio, o ambos).

RESULTADOS

Los resultados que se deriven de las respuestas de los usuarios, se evaluaran al final de la campaña desde los siguientes parámetros:

- Número de participantes en la encuesta final, a partir de la segmentación del público objetivo (por institución, nacionalidad y tipo de trabajo).
- Grado de comprensión de la campaña.
- Grado de aceptación de la campaña.
- Existencia de cambios de actitud preventiva a raíz de la campaña.
- Opiniones abiertas de los participantes.

Las conclusiones de los resultados se harán públicas a mediados de junio a través de un Informe de evaluación de la campaña. De estas conclusiones se generaran diferentes consideraciones a tener en cuenta para ver cómo mejorar la acogida de los usuarios y su respuesta positiva en la implementación de nuevas campañas de comunicación.

Además, con el concurso fotográfico final se pretende descubrir si las buenas prácticas en prevención son detectadas con facilidad por el personal de las diferentes instituciones.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el análisis final, será necesario comparar los resultados de las dos campañas realizadas en el edificio (la de 2011 y la actual), en base a los datos recogidos en las encuestas realizadas en ambas ocasiones.

Objetivamente, se puede afirmar que el cambio de diseño del personaje “Previ”, que conduce la campaña, está teniendo una incidencia importante en los cambios de comportamiento que se están observando. Con él, se ha adoptado una actitud más positiva de visión de la prevención de riesgos laborales: se está premiando las buenas prácticas, y se constata que es más fácil integrarla en el día a día de las tareas y que poco a poco se asume sin necesidad de que el Servicio de Prevención intervenga, que se va creando por si sola esa necesidad de cumplimiento del trabajo hecho “con” prevención.

En esta campaña, a parte de esta visión positiva e integradora de la prevención, se han querido incorporar otros pilares contemporáneos de la gestión de personas y la comunicación, como por ejemplo:

- La responsabilidad social. Los temas tratados han ido más allá de la prevención de riesgos laborales legalmente establecida. La campaña ha evolucionado y se ha alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 al incorporar aspectos de mobilidad, medioambiente y empresa saludable.
- La perspectiva de género. El nuevo “Previ” es asexuado y se ha trabajado con el diseñador para evitar cualquier connotación sexista en pro de la igualdad.
- Las nuevas corrientes de inteligencia emocional. Se apuesta por la transmisión de emociones a partir de diferentes expresiones reforzadas por un código de color. Al iniciar la campaña, se pactó un color específico para cada acción y expresión. Así la imagen mensual del personaje “Previ” va cambiando según su estado de ánimo y expresión facial.
- Las nuevas formas de comunicar-se. Se ha adecuado la imagen del personaje "Previ", adaptándola a la nueva franja de edad de la mayoría del personal que trabaja en el edificio. El nuevo diseño asimila la imagen de “Previ” a la de los populares emojis y se le ha dotado de expresiones faciales o movimientos típicos del lenguaje más juvenil del mundo de los xats.

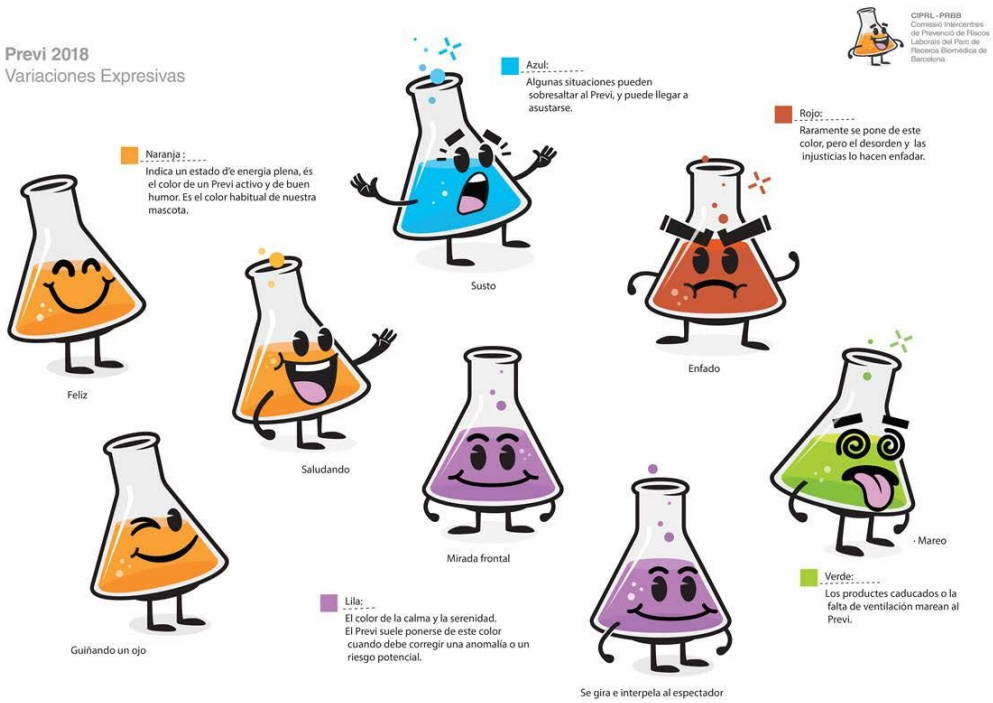


Figura 1. Variaciones expresivas y código de color del personaje "Previ".

La encuesta de cierre de campaña también debe evaluar el peso específico de estas variables y, con su análisis, confirmar las hipótesis e interpretaciones que interesaban al equipo de proyecto en el momento de lanzar la campaña. Estos datos serán muy útiles de cara a diseñar las siguientes campañas con nuevos temas de interés para el conjunto de usuarios del edificio.

CONCLUSIONES

A pesar de la falta de resultados objetivos, se puede afirmar que se ha avanzado positivamente. La implantación y ejecución de la campaña ha permitido observar:

Primero, durante la vigencia de cada uno de los mensajes lanzados, un aumento de las consultas realizadas a los diferentes servicios de prevención de cada una de las instituciones. Por ejemplo, dirigirse a Prevención a comunicar cierto riesgo observado en un espacio de trabajo; aumento de las consultas antes de realizar una estancia en el extranjero para colaborar en otro laboratorio para realizar una correcta coordinación de actividades empresariales; acciones de retirada de productos químicos en desuso, caducados o en mal estado en diferentes laboratorios; utilización de una aplicación informática que permite gestionar los periodos de descanso recomendados para mantener un correcto confort visual en el trabajo con pantallas (OKVISION del Colegio Oficial de Ópticos Optometristas de Catalunya); cuestionarse si alguno de los productos que se tiraban por el fregadero habitualmente, debían eliminarse así o como residuo; aumento de la devolución de la protección personal caducada acumulada en el laboratorio y solicitud de nuevos equipos; organización de talleres prácticos de ergonomía (con un equipo de fisioterapeutas) para aprender a realizar ejercicios de calentamiento antes de empezar la jornada laboral y estiramientos al finalizar.

Segundo, vencer la dificultad que comporta la concurrencia de los mismos riesgos en las diferentes instituciones que forman el edificio y las diferentes formas que tienen de gestionarlos. Se constata el esfuerzo de coordinación y la negociación realizada entre éstas para llegar a un consenso de medidas comunes. Al concurrir diferentes culturas empresariales en cada una de las instituciones, a veces las soluciones o los recursos disponibles no son equiparables y por tanto es difícil darle valor a una misma situación en cada uno de los centros, y en el mismo momento. Las instituciones están vivas y los momentos y situaciones de cada una de ellas, hace complicada esta coordinación en un edificio con tanto personal compartido y de tantas culturas diferentes. No obstant, por ejemplo, ha sido un logro común la creación de una sala de lactancia en el edificio o la coordinación de actividades empresariales entre las diferentes instituciones de manera repetida y periódica en espacios comunes del edificio.

AGRADECIMIENTOS

Al diseñador Roger Ametller, por su re-desiño de imagen del personaje “Previ”. El personaje original fue creado por el ilustrador Cristòfol Moreno.

A las Direcciones y Gerencias de las instituciones que forman el Parque de Investigación Biomédica de Barcelona por su incondicional apoyo durante toda la campaña demostrando su apoyo a la cultura preventiva.

Por último y no menos importante, agradecemos a los usuarios del edificio la buena acogida de la campaña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Colegio Oficial de Ópticos Optometristas de Cataluña (15 de octubre de 2018). OK Vision, aplicación para PC para gestionar periodos de descanso. Recuperado de http://www.victor3d.cat/pantalles/okvision/OKVisioncast.html

Oficina Técnica de Prevención de Riesgos Laborales (2017). *Procedimiento de protección de la salud de las personas que presentan una susceptibilidad especial a determinados factores de riesgo laboral* (procedimiento general PGS-02-S4/04/2017). Barcelona: Universitat Pompeu Fabra.

Arenas, M. (2010). *Protección de la Maternidad en el Trabajo con respecto a los factores de riesgo de Higiene Industrial*. Madrid: FREMAP.

Comisión de Residuos del Parque de Investigación Biomédica de Barcelona (2010). *Manual de residuos del Parque de Investigación Biomédica de Barcelona*. Barcelona: Parque de Investigación Biomédica de Barcelona.

Grupo Prevencionista Intercentros del Parque de Investigación Biomédica de Barcelona (2010). *Manual de Información preventiva en investigación biomédica*. Barcelona: Parque de Investigación Biomédica de Barcelona.

Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia. Boletín Oficial del Estado, núm. 57, de 7 de marzo de 2009, pp. 23288 a 23292. Recuperado de https://www.boe.es/boe/dias/2009/03/07/pdfs/BOE-A-2009-3905.pdf.

Reglamento (CE) núm. 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006. Diario Oficial de la Unión Europea, núm. 353, de 31 de diciembre de 2008, pp. 1 a 1355. Recuperado de https://www.boe.es/doue/2008/353/L00001-01355.pdf.

Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes. Boletín Oficial del Estado, núm. 1780, de 26 de julio de 1997, pp. 27284 a 27393. Recuperado de https://www.boe.es/boe/dias/2001/07/26/pdfs/A27284-27393.pdf.

Real Decreto 374/2001, de 6 de Abril, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado, núm. 104, de 1 de mayo de 2001, pp. 15893 a 15899. Recuperado de https://www.boe.es/boe/dias/2001/05/01/pdfs/A15893-15899.pdf.

Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Boletín Oficial del Estado, núm. 140, de 12 de junio de 1997, pp. 18000 a 18017. Recuperado de https://www.boe.es/boe/dias/1997/06/12/pdfs/A18000-18017.pdf.

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riegos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado, núm. 124, de 24 de mayo de 1997, pp. 16111 a 16115. Recuperado de https://www.boe.es/boe/dias/1997/05/24/pdfs/A16111-16115.pdf.

Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado, núm. 124, de 24 de maig de 1997, pp. 16100 a 16111. Recuperado de https://www.boe.es/boe/dias/1997/05/24/pdfs/A16100-16111.pdf.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado, núm. 27, de 31 de enero de 1997, pp. 3031 a 3045. Recuperado de https://www.boe.es/buscar/pdf/1997/BOE-A-1997-1853-consolidado.pdf.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, núm. 269, de 10 de noviembre de 1995, pp. 32590 a 32611. Recuperado de https://www.boe.es/boe/dias/1995/11/10/pdfs/A32590-32611.pdf.

Ley 6/1993, de 15 de julio, reguladora de los residuos. Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 1776, de 28 de julio de 1993, pp. 5249 a 5261. Recuperado de https://portaldogc.gencat.cat/utilsEADOP/PDF/1776/52115.pdf.

Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. Boletín Oficial del Estado, núm. 311, de 28 de desembre de 1997, pp. 44120 a 44131. Recuperado de https://www.boe.es/boe/dias/1992/12/28/pdfs/A44120-44131.pdf.

Heurística predictiva en los entornos del nivel de la acción preventiva y de los entornos numéricos, sobre el comportamiento de los trabajadores en los bordes de forjado.

RESUMEN / ABSTRACT

La metodología de evaluación de riesgos NACP (Nivel de la Acción Preventiva), se aplica sobre cuatro de las técnicas de lucha contra el riesgo en las obras de construcción: Seguridad en el Trabajo, Higiene Industrial, Ergonomía y Psicosociología. A su vez, determina cuatro entornos de observación: absoluto, documental, constructivo y social. El NACP evalúa los sistemas de seguridad y salud con un parámetro corrector que cuantifica el nivel preventivo de la obra; dirigiendo los entornos hacia la situación óptima de prevención. Se evalúa el grado de peligrosidad del riesgo constructivo en base a la geometría del edificio, evaluando la posición del operario respecto a la altura y al borde del forjado. Se evalúa el estado de ánimo de los trabajadores, observando aspectos generales, determinantes en la generación de riesgos. La base matemática del método NACP puede extenderse para incluir la perspectiva de los modelos de comportamiento colectivo, que pueden describir el comportamiento humano predictible a partir de la probabilidad de los actos. Numerosas investigaciones en el campo matemático modelizan satisfactoriamente el movimiento que siguen o seguirán los individuos y los grupos en diferentes escenarios (cruce de calles, evacuación de emergencia, etc.), incluyendo parámetros variables como el estado de ánimo y las emociones. Esta comunicación plantea la ampliación de los entornos de evaluación de una obra con la heurística predictiva en el entorno matemático sobre el comportamiento de los trabajadores en los bordes de forjado, respecto a los actos y desplazamientos inseguros. Los accidentes laborales generan pérdidas, por lo que la evaluación debe enfocarse globalmente.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Riesgos asociados al entorno de observación de los bordes de forjado
Riesgos asociados por el nivel de participación en los sistemas de prevención
Variables de predicción del comportamiento humano en los bordes de forjado

AUTORES / AUTHORS

Antonio José Carpio de los Pinos
Universidad de Castilla La Mancha, Escuela de Ingeniería Industrial de Toledo. Departamento de Mecánica aplicada e ingeniería de proyectos.
AntonioJose.Carpio@uclm.es
Jesús Rosado Linares
Universidad de Castilla La Mancha, Escuela de Ingeniería Industrial de Toledo. Departamento de Matemáticas.
Jesus.Rosado@uclm.es
María de las Nieves González García
Universidad Politécnica de Madrid; Escuela Técnica Superior de Edificación; Departamento de Construcciones Arquitectónicas y su Control
mariadelasnieves.gonzalez@upm.es

INTRODUCCIÓN

Existe la necesidad de establecer los parámetros que reflejen mejor la realidad del entorno de una obra, abarcando las cuatro técnicas de lucha contra el riesgo (Seguridad en el Trabajo, Higiene, Industrial, Ergonomía y Psicosociología) y en base a la tolerancia del riesgo [1]; añadiendo el factor de la realidad constructiva, los riesgos asociados a la complejidad de las unidades de obra, su ubicación e interdependencia [2]; el factor de respuesta económica del contratista con la ejecución directa de los sistemas constructivos y medios de prevención [3]; y el factor social con el interés, la participación y el estado de ánimo de los trabajadores [4]. Abarcando estos factores el entorno documental [5], el entorno constructivo [6] y el entorno social como elementos fundamentales asociados a la ejecución de una obra [7].

La dificultad y características del entorno constructivo de la obra establecen un valor directamente proporcional de complejidad que afecta a las directrices iniciales establecidas en el entorno documental. Sin embargo, el desarrollo de los sistemas de prevención, la actividad social, los roles, las jerarquías y el estrés laboral añaden parámetros evaluables en el entorno constructivo [8].

Es fundamental que la siniestralidad laboral de las obras de construcción llegue a disminuir a valores razonables; aplicando los sistemas de prevención de accidentes y la necesaria gestión del riesgo; con lo que se la consigue disminuir [4]. No obstante, las evaluaciones de riesgos en obras de construcción requieren un estudio pormenorizado de los diferentes riesgos a los que están expuestos los trabajadores de la construcción [9]. Como criterio base, a menudo son tres las fases que se requieren en las metodologías de evaluación para establecer una evaluación de riesgos [10]:

- Identificación de los peligros potenciales,
- Evaluación y cuantificación del riesgo,
- Categorización.

Sobre estos criterios hay que añadir una selección paramétrica de análisis subjetivo (cualitativa) o análisis objetivo (cuantitativo) para la evaluación del riesgo [11]. Aunque, los criterios de evaluación suelen orientarse de manera individual en cada técnica de lucha contra el riesgo [12]. No obstante, los procesos en la industria de la construcción ofrecen complejidad conjunta de gestión, de organización (interdependencia entre unidades de obra, distintas fases de ejecución de obra…), de planificación del entorno (clima, medios auxiliares…), de medios humanos (oficios, tareas, cualificación, temporalidad…), de material, etc. [13]

Hay metodologías de evaluación de riesgos que han ampliado los parámetros de observación en la búsqueda de su idoneidad de aplicación para obras de edificación. Así, Forteza, Sesé y Carretero [12] en su metodología de Herramienta global para la evaluación de obras de construcción recaban información sobre la estructura de la obra, su medio, el entorno, el desarrollo físico, los agentes y la tipología de obra; para identificar y valorar los riesgos, las barreras y los medios. También, Pinto [13] basa su metodología QRAM en el Árbol de sucesos sobre los que se analizan determinados riesgos característicos de las obras de construcción a partir de cuatro dimensiones de observación: Clima de seguridad, Factores de severidad (consecuencias), Factores de posibilidad (probabilidad) y Barreras de seguridad (medios de seguridad). Añadida a su fórmula está el parámetro difuso basado en la teoría de conjuntos difusos [14]. Reyes, San José, Cuadrado y Sancibrián [15] unifican criterios en la jerarquía de la toma de decisiones y evalúan las consecuencias de las variaciones que se pueden plantear sobre el ciclo de vida de la edificación; desde la fase de diseño hasta la reintegración. El estudio sobre el riesgo que plantean Sousa, Almeida y Dias [16] en el que analizan los accidentes en obras en la industria de la construcción, y determinan que una correcta definición del proyecto con unas medidas adecuadas en la planificación y organización de la obra, puede minimizar en más del 60% los accidentes. Haciendo hincapié en la necesidad de gestionar la seguridad y salud durante el ciclo de vida de la edificación: diseño, ejecución y uso. Finalmente, Salanova, Gracia y Llorente [17] establecen la importancia del estudio de los factores psicosociales y ergonómicos, ya que, generalmente, las evaluaciones de riesgo en la construcción consideran los aspectos físicos, técnicos y de dirección, siendo el exceso de confianza y las posturas forzadas las principales causas de los accidentes en la construcción.

La siniestralidad laboral en la industria de la construcción, demanda el análisis de los riesgos desde un punto de vista de entorno integral [18], [19], [20]. Las metodologías de evaluación, tanto las diseñadas para el sector de la industria como las diseñadas, últimamente, para el sector de la construcción, establecen criterios de observación y análisis según las características de los puestos de trabajo y los enfoques particulares de las propias metodologías. Buscando la identificación de los peligros, la evaluación y cuantificación del riesgo, y su clasificación. Todas y cada una de las metodologías aplican los parámetros y los sistemas de protocolización que mejor se adaptan para el objetivo buscado. Abarcando, en mayor o menor medida, las cuatro técnicas de lucha contra el riesgo: la seguridad, la higiene, la ergonomía y la psicosociología.

El método del Nivel de la Acción Preventiva (N_{acp}) es una metodología de evaluación de riesgos laborales adaptada a las obras de edificación [21]. Su implementación se basa en una formulación matemática desarrollada a partir del método de William T. Fine [22]. Los parámetros del N_{acp} observan la realidad de una obra de edificación, en los entornos del proceso edificatorio: inicial, documental, constructivo y social; comprendiendo cuatro de las técnicas de lucha contra el riesgo: Seguridad en el Trabajo, Higiene Industrial, Ergonomía y Psicosociología. Esta observación determina, cuantitativamente, los niveles de riesgo que se corresponden con la complejidad propia de las unidades de obra, su ubicación en la obra y su interdependencia [2] (en el entorno documental) [6]. Asimismo, determina, cuantitativamente, los niveles de riesgo en función de las características de los sistemas constructivos y sistemas preventivos [3] (en el entorno constructivo) [7]. Finalmente, determina, cuantitativamente, los niveles de riesgo en base a la percepción del entorno y el estado de ánimo de los trabajadores [4] (en el entorno social) [8]. El N_{acp} se desarrolla en cinco fases a partir del análisis técnico, la observación y de una encuesta psicosocial a pie de obra. La primera fase del protocolo define un valor característico inherente a la situación real de la obra observada en los entornos documental, constructivo y social; y se aplica a cada uno de los parámetros de la fórmula del Nivel de la Acción Preventiva. La segunda fase determina la incidencia del valor característico a cada uno de los riesgos que se evalúan. La tercera fase indica las bases del control de la prevención con el valor obtenido del N_{acp} en relación al riesgo absoluto, como desvío de la acción preventiva inicial. La cuarta fase indica las actuaciones de recomendación. Y en la quinta fase se comprueba la mejora de la acción preventiva durante el proceso de obra.

OBJETIVOS

El método de evaluación de Riesgos, Nivel de la Acción Preventiva, está desarrollado a partir de una base matemática que relaciona los cuatro entornos de evaluación y observación de los procesos constructivos de una obra: el entorno absoluto (o inicial) que se corresponde con el proceso de concepción, diseño y proyecto del edificio; el entorno documental, que se corresponde con las características físicas y geométricas del edificio; el entorno constructivo, respecto al grado de exposición del trabajador al riesgo y los sistemas y medios de seguridad de la empresa; y el entorno social respecto al nivel de participación en materia de prevención y nivel de satisfacción de los trabajadores.

Hay un quinto entorno que ofrece perspectivas relevantes a la evaluación del riesgo: el del comportamiento humano predictible, abarcando aspectos de las relaciones sociales y de los entornos numéricos de la probabilidad de los actos. Numerosas investigaciones en el campo matemático determinan satisfactoriamente cuál es el movimiento que siguen o seguirán los individuos y los grupos en diferentes escenarios (cruce de calles, evacuación de emergencia, etc.), incluyendo parámetros variables como el estado de ánimo [23]. Los resultados aportan nuevos enfoques en el diseño de calles o edificios para las aglomeraciones [24].

Esta comunicación plantea la ampliación de los entornos de evaluación en el proceso edificatorio (absoluto, documental, constructivo y social) con la heurística predictiva del entorno matemático sobre el comportamiento de los trabajadores en los bordes de forjado respecto a los actos y desplazamientos inseguros.

PARÁMETROS DEL NIVEL DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

El nuevo método de evaluación de riesgos establece la cantidad de nivel de prevención que se está desviando del planteamiento inicial, en el Plan de seguridad y salud laboral, determinando la cantidad de nivel de prevención que se necesita incorporar al desarrollo de la obra para mejorar las condiciones de diseño, condiciones constructivas y de relaciones sociales. Es un método que está adaptado a la complejidad “especial” de las obras de construcción y abarca la evaluación de todas las técnicas de lucha contra el riesgo: Seguridad, Higiene, Ergonomía y Psicosociología. Los parámetros que definen el nivel de acción preventiva (N_{acp}) son:

Entorno absoluto (E_{ab}), (parámetros básicos del riesgo):

- Probabilidad (P): estimación de la tolerancia del riesgo en cuanto a la probabilidad de que se produzca un daño.
- Consecuencias (C): estimación de la tolerancia del riesgo en cuanto a las consecuencias esperadas del daño que se puede llegar a producir.
- Riesgo Absoluto (R_{ab}): estimación que se realiza al inicio de la ejecución de la obra con el Plan de Seguridad y Salud Laboral redactado por la empresa constructora. Es el entorno documental con carácter absoluto y sirve de base comparativa para el resto de parámetros.

Entorno documental (E_d), (parámetros físicos y geométricos del riesgo):

- Riesgo Relativo (R_r): parámetro preventivo que interpreta la complejidad de la seguridad constructiva propia de la unidad de obra y que incrementa el valor del riesgo absoluto.
- Riesgo Frontera (R_f): parámetro preventivo que interpreta la ubicación de la unidad de obra y de su incidencia en el entorno, y que incrementa el valor del riesgo absoluto.

Entorno constructivo (E_c), (parámetros de los medios constructivos y humanos):

- Grado de Exposición (E): parámetro que evalúa la cantidad de tiempo que se emplea para completar la unidad de obra y que por ello se expone al riesgo varias veces durante el desarrollo de la unidad de obra, y que incrementa el valor del riesgo absoluto.
- Capacidad Económica (C_e): parámetro que evalúa la cantidad de medios económicos en los sistemas constructivos de prevención; y decrementa el valor del riesgo absoluto.

Entorno social (E_s), (parámetros del nivel de satisfacción y participación):

- Importancia Relativa (I_r): parámetro que evalúa el interés participativo de los diferentes agentes intervinientes en una obra obteniendo la percepción sobre la seguridad y salud; y decrementa el valor del riesgo absoluto.
- Nivel de Satisfacción (N_s): Parámetro que considera aspectos generales del comportamiento, estado de ánimo y la actitud humana que influyen, o pueden influir, de manera determinante en la generación de riesgos; y decrementa el valor del riesgo absoluto.

La fórmula, define este nuevo método de evaluación de riesgos (Nivel de la Acción Preventiva), a partir del análisis de los entornos de una obra de construcción, y que determina el grado de peligrosidad en base a los parámetros de la probabilidad, las consecuencias, el riesgo relativo, el riesgo frontera y el grado de exposición al riesgo; en proporción directa. Junto con un criterio de justificación de la acción preventiva a partir de tres parámetros; la capacidad económica, el interés participativo y el nivel de satisfacción; en proporción inversa. Es la siguiente ecuación, denominada fórmula del Nivel de la Acción Preventiva:

$$N_{acp} = (P \cdot C) \cdot \left(R_r \cdot R_f \cdot E \cdot \frac{1}{C_e} \cdot \frac{1}{I_r} \cdot \frac{1}{N_s} \right) = (P \cdot C) \cdot \left(\frac{R_r \cdot R_f \cdot E}{C_e \cdot I_r \cdot N_s} \right) \qquad (1)$$

A continuación, se pasa a dar justificación sobre los parámetros que se necesitan para el estudio de caso respecto al análisis del movimiento predictivo en base al entorno matemático: el Riesgo Frontera, el Grado de Exposición y el Nivel de Satisfacción.

EL RIESGO FRONTERA

Riesgo Frontera (R_f): parámetro preventivo que interpreta la ubicación de la unidad de obra y de su incidencia por el entorno, y que incrementa el valor del riesgo absoluto. En este parámetro se analizan dos puntos de vista, en base a la posibilidad de caída libre:

- La altura real que hay desde el plano de trabajo hasta el terreno. Este concepto es independiente de la cantidad de obra existente. La altura se mide en verdadera magnitud y la profundidad en valor absoluto.
- Ubicación del operario respecto a la situación de peligro teórica. Este concepto depende de la distancia teórica que hay desde el trabajador o los trabajadores hasta la situación de peligro. Cabe destacar que en las plataformas de trabajo (forjados) hay zonas seguras e inseguras. El valor característico se denomina Riesgo Frontera porque se identifica con la zona intermedia entre la zona

segura y la zona insegura, que es la zona frontera.

Para una correcta interpretación de los valores que toma este parámetro, el esquema siguiente (figura 1), muestra los espacios de las diferentes zonas con su valor acotado. Estas zonas varían respecto a la altura o profundidad que tenga la edificación.

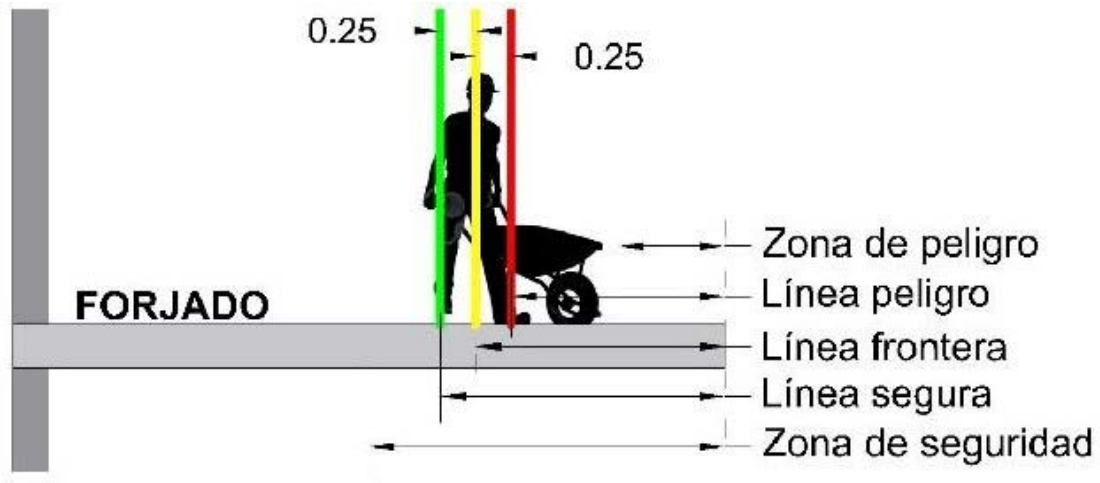


Figura 1. Ubicación de las líneas de seguridad, frontera y peligro en el trabajo.
Se han identificado seis niveles de frontera en altura y se han caracterizado cinco zonas fronteras en sus correspondientes plataformas de trabajo:

- Para una altura del plano de trabajo de hasta 1'0 m, la zona frontera se establece a 100 cm del peligro, y desde este punto son 25 cm hacia la zona segura y 25 cm hacia la zona insegura.
- Para una altura del plano de trabajo de hasta 3'0 m, la zona frontera se establece a 100 cm del peligro, y desde este punto son 25 cm hacia la zona segura y 25 cm hacia la zona insegura.
- Para una altura del plano de trabajo de hasta 5'0 m, la zona frontera se establece a 125 cm del peligro, y desde este punto son 25 cm hacia la zona segura y 25 cm hacia la zona insegura.
- Para una altura del plano de trabajo de hasta 9'0 m, la zona frontera se establece a 150 cm del peligro, y desde este punto son 25 cm hacia la zona segura y 25 cm hacia la zona insegura.
- Para una altura del plano de trabajo de hasta 15'0 m, la zona frontera se establece a 175 cm del peligro, y desde este punto son 25 cm hacia la zona segura y 25 cm hacia la zona insegura.
- Para una altura del plano de trabajo mayor a 15'0 m, la zona frontera se establece a 200 cm del peligro, y desde este punto son 25 cm hacia la zona segura y 25 cm hacia la zona insegura.

En el siguiente esquema (figura 2) se muestran las cotas de altura y las distancias a las zonas de peligro:

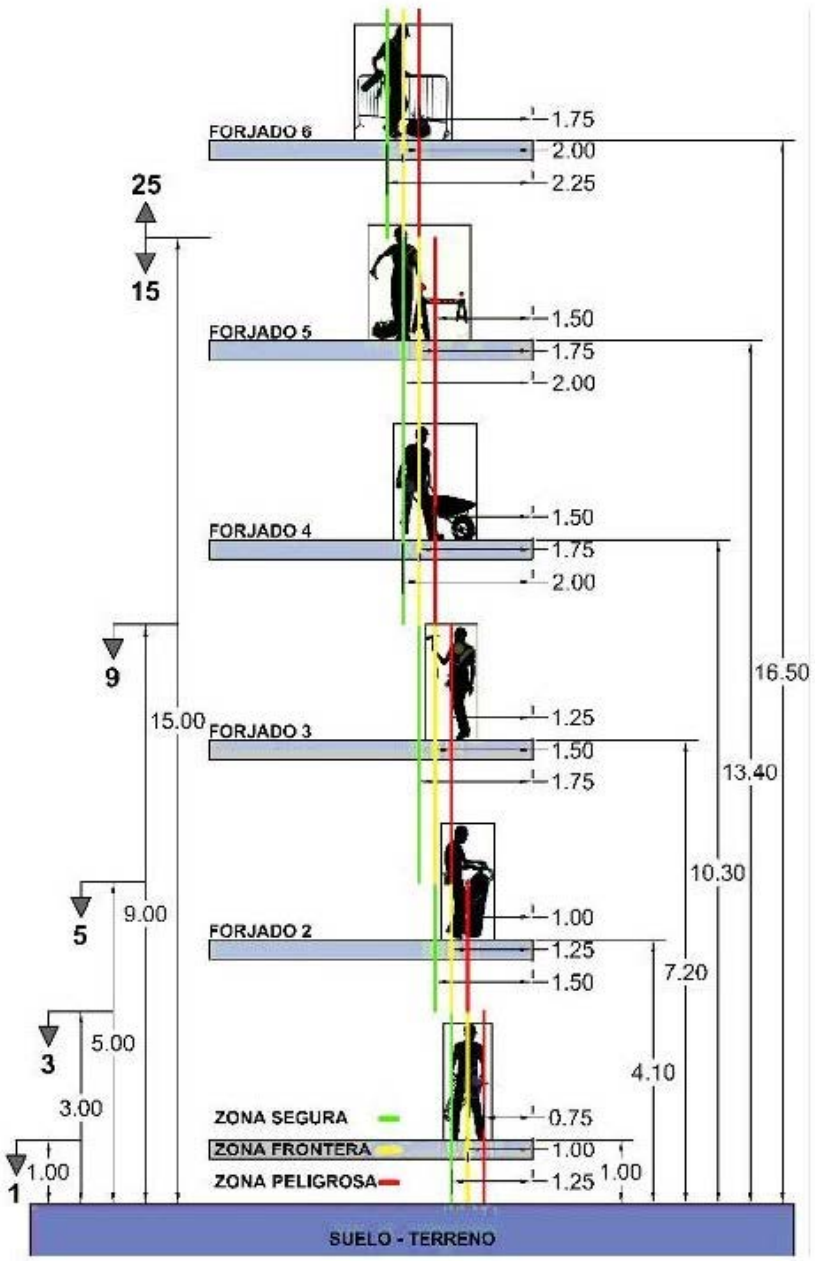


Figura 2. Esquema del riesgo frontera.

EL GRADO DE EXPOSICIÓN

Grado de Exposición (E): parámetro que evalúa la cantidad de tiempo que se emplea para completar la unidad de obra y que por ello el trabajador se expone al riesgo varias veces durante el desarrollo de la unidad de obra. Es un valor que incrementa el valor del riesgo absoluto. Este parámetro analiza no solo si, por observación técnica, el tiempo que se está empleando para la ejecución de la unidad de obra es demasiado rápido o demasiado lento, sino si el trabajador se expone a riesgos durante el desarrollo del propio trabajo y si el entorno hasta llegar al tajo de la unidad de obra conlleva riesgos añadidos. Los factores de exposición al riesgo con la escala de valor y su correspondiente valor característico son:

- Respecto a la observación para una intensidad de Exposición baja, en la condición de nunca, El operario no se expone a situación de riesgo en el tajo, no hay riesgos internos ni externos para llegar al tajo y el valor característico es 1. En la condición de raro, El operario se expone al riesgo de 1 a 2 veces en el tajo, durante la observación, no hay riesgos en la ejecución de la unidad de obra,

pero sí hay riesgos bajos en los accesos, hay riesgos bajos en la ejecución de la unidad de obra y no hay riesgos en los accesos; y el valor característico es 3.

- Respecto a la observación para una intensidad de exposición media, en la condición de poco usual, El operario se expone al riesgo de 2 a 5 veces en el tajo, durante la observación, hay riesgos bajos en la ejecución de la unidad de obra y hay riesgos bajos en los accesos y el valor característico es 5. En la condición de ocasional, el operario se expone al riesgo más de 5 veces en el tajo, durante la observación, los riesgos durante la ejecución son altos y los riesgos en los accesos son bajos, (o los riesgos durante la ejecución son bajos y los riesgos en los accesos son altos); y el valor característico es 9.
- Respecto a la observación para una intensidad de exposición alta, en la condición de frecuente, el operario se mantiene expuesto intermitentemente al riesgo durante la observación, los riesgos durante la ejecución son altos y los riesgos en los accesos son altos y el valor característico es 15. En la condición de continua, el operario se mantiene expuesto al riesgo durante la ejecución de la unidad de obra, los riesgos durante la ejecución de obra son peligrosos y los riesgos de los accesos son peligrosos y el valor característico es 25.

La siguiente tabla de valores cualitativos y cuantitativos (tabla 1), ayuda a interpretar el valor característico de este parámetro:

Tabla 1: Tabla de valores para el grado de exposición.

Intensidad de la exposición			Número de veces que los operarios se exponen al peligro durante la observación	
			Durante la ejecución de la unidad de obra	En el entorno de obra y en los accesos
Alta	Continua	25	El operario se mantiene expuesto en el peligro	Riesgos internos y/o externos peligrosos
	Frecuente	15	El operario se mantiene intermitentemente expuesto	Hay riesgo alto interno y externo
Media	Ocasional	9	El operario está expuesto al peligro más de 5 veces	Hay riesgo altos interno y/o sí riesgo bajo externo
	Poco usual	5	El operario está expuesto al peligro de 2 a 5 veces	Hay riesgo bajo interno y externo
Baja	Rara	3	El operario está expuesto al peligro de 1 a 2 veces	No hay riesgo interno y/o sí riesgo bajo externo
	Nunca	1	El operario no se expone a la situación de peligro	No hay riesgos internos ni externos

EL NIVEL DE SATISFACCIÓN

Nivel de Satisfacción (N_S): Parámetro que considera aspectos generales del comportamiento, estado de ánimo y la actitud humana que influyen, o pueden influir, de manera determinante en la generación de riesgos; y decrementa el valor del riesgo absoluto. Este parámetro se realiza mediante una encuesta a pie de obra a todos los operarios que están participando en la obra. Las preguntas abarcan los criterios de percepción personal, percepción de la seguridad y percepción del entorno. Al tratarse de una encuesta es necesario que los operarios puedan interpretar con facilidad la relación de escalas de valores. Las respuestas del trabajador estarán dentro de la escala lineal del 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En el trabajo de despacho para la evaluación se realizará la analogía hacia la escala de valores característicos. Todas las respuestas estarán apoyadas, así, para que sirva de ayuda para el trabajador se le ofrecerá un primer nivel de respuesta como es bajo, medio y alto. El segundo nivel de respuesta dependerá del primero, ya que al nivel bajo le corresponden los valores 1 y 2; al nivel medio 3 y 4; y al tercer nivel 5 y 6. Respecto a la percepción personal, dos conceptos fundamentales son necesarios para este apartado: El estrés y el estado de ánimo.

El estrés es un fenómeno muy habitual en la sociedad actual. Se realiza la distinción entre eustrés o estrés positivo (nivel óptimo de activación para realizar las actividades) que ejerce una función de protección del organismo y distrés o estrés negativo (nivel de activación del organismo excesivo o inadecuado) que provoca disfunciones en la persona. Por eso, el mejor hábito saludable es la prevención del estrés [25], ya que la carga emocional y mental que genera el trabajo tiene como consecuencias el burnout, la insatisfacción, la depresión, enfermedades inmunológicas, cardiovasculares, desorden estomacal, musculo-esquelético, el absentismo por enfermedad y la incapacidad laboral [26].

Los estados de ánimo hacen que el comportamiento humano alterne entre el eustrés y el distrés debidos a la tensión y al cansancio; afectando a la salud, alimentación, tiempo que dormimos, ejercicio físico y desarrollo diario [27]. Los estados de ánimo son de calma-energía (estado positivo) cuando una persona está trabajando y está concentrada, enérgica, pero tranquila y relajada. De calma-cansancio (sensaciones positivas), cuando cursa con sensaciones de cansancio, soñolencia, adormecimiento. De tensión-energía (no tan negativa), cuando las sensaciones son de energía, vivacidad y vigor, con sensaciones de tensión e inquietud. De tensión-cansancio (estado negativo), aparece cuando los recursos se han agotado: La fatiga que se mezcla con el nerviosismo, la tensión o la ansiedad produce un estado desagradable.

En base a estos dos conceptos fundamentales, la nueva fórmula matemática del método de evaluación de riesgos adaptado a obras de edificación, Nivel de la Acción Preventiva, desarrolla ambos conceptos y los integra en la curva de rendimiento del trabajador para la toma de datos de la percepción personal del entorno de una obra de construcción (figura 3). En este mismo esquema, se identifican diferentes estados de ánimo en cuatro categorías, que abarcan la calma, la energía, la tensión y el cansancio:

- Sentimiento de rendimiento para la tarea con estado de ánimo de desmotivación:
  - Apático. Valor 1
  - Aburrido. Valor 3
- Sentimiento de rendimiento para la tarea con estado de ánimo de alerta:
  - Motivado. Valor 5
  - Centrado. Valor 25
- Sentimiento de rendimiento para la tarea con estado de ánimo de ansiedad:
  - Animado. Valor 15
  - Excitado. Valor 9
- Sentimiento de rendimiento para la tarea con estado de ánimo de bloqueo:
  - Exhausto.
  - Burnout.

La sensación o comportamientos de fatiga, estar exhausto y burnout son reacciones adversas de salud, de bienestar individual y organizacional [17-25] que quedan fuera del rango de medida y son evidentes los problemas que ocasiona e incompatible con el desarrollo sano y seguro de un trabajo.



Figura 3. Curva de rendimiento y estados de ánimo.

COMPORTAMIENTO DE LOS TRABAJADORES

La bibliografía es amplia en este sentido. El estudio de las aglomeraciones de personas en actos multitudinarios, los movimientos de las masas y el estudio de la predicción de estos comportamientos. Desde un estudio con interacciones microscópicas se puede derivar a un modelo macroscópico, en el que las variables de los peatones son los obstáculos, la velocidad del obstáculo y el análisis de las trayectorias para evitar una colisión futura. El peatón observa cómo los obstáculos (otros peatones) varían su posición y su velocidad desde su campo visual. Para evitar colisiones el peatón varía su velocidad y su dirección. El modelo matemático que se obtiene determina la interacción de dos peatones en movimiento y que evitan su colisión [24].

Otros modelos de estudio interpretan, no sólo el movimiento o los flujos dinámicos de las personas, sino el contagio que se genera cuando existe el contacto entre dos individuos: el comportamiento de uno se traslada al comportamiento del otro. Muy similar a los comportamientos de enjambre [28]. Con el aumento del tamaño y la frecuencia de los eventos masivos, el estudio de los desastres de masas y la simulación de los flujos peatonales se han convertido en áreas de investigación importantes. Comprender la dinámica de la multitud a través de la heurística cognitiva no solo es crucial para una mejor preparación de eventos masivos seguros. También allana el camino para un modelo más realista de comportamientos sociales colectivos, en particular de multitudes humanas y enjambres biológicos. La heurística del comportamiento son procedimientos cognitivos rápidos y simples que se utilizan a menudo cuando las decisiones deben tomarse bajo presión de tiempo o información abrumadora. La heurística del comportamiento ha explicado con éxito la toma de decisiones en una gran variedad de situaciones, como el comportamiento de inversión en los mercados de valores o el diagnóstico médico en situaciones de emergencia [29]. Es fundamental plantear la heurística sobre nuevos modelos de comportamiento humano colectivo, sobre cómo se va a proceder a la toma de decisiones grupales [30], sobre los patrones de actividades grupales específicas [31] o sobre las diferentes interacciones simultáneas entre múltiples individuos [32].

Este documento, plantea un caso teórico aplicado sobre el análisis predictivo de los comportamientos e interacciones entre los individuos que están trabajando sobre la plataforma del forjado de la primera planta. Los movimientos e interacciones están condicionados con parámetros que limitan dichos flujos. La cota del forjado de la planta primera supera los 3’0 metros por lo que el riesgo frontera indica que la zona de riesgo en el borde del forjado es de 1’50 metros (en el riesgo de caída de personas), y su valor característico es de 5. En el riesgo de caída de material sobre la persona, al ser la cota superior a 3’0 metros, la zona de peligro al borde es de 1’75 metros y ocupa todo el hueco (huecos de instalaciones, hueco de ascensor y hueco de escalera); su valor característico es de 9. El estado de ánimo (en el nivel de satisfacción) de la Dirección Facultativa es de Centrado, por lo que tiene un valor característico de 25. El del Coordinador de Seguridad y Salud, del Jefe de Obra y del Encargado es de excitado, y su valor característico es de 9. El de los obreros es de Animado y su valor característico es de 15. El plano que se muestran a continuación (figura 4), indica las zonas de peligro en el forjado de la planta primera en la fase de ejecución de cerramientos de fachada.

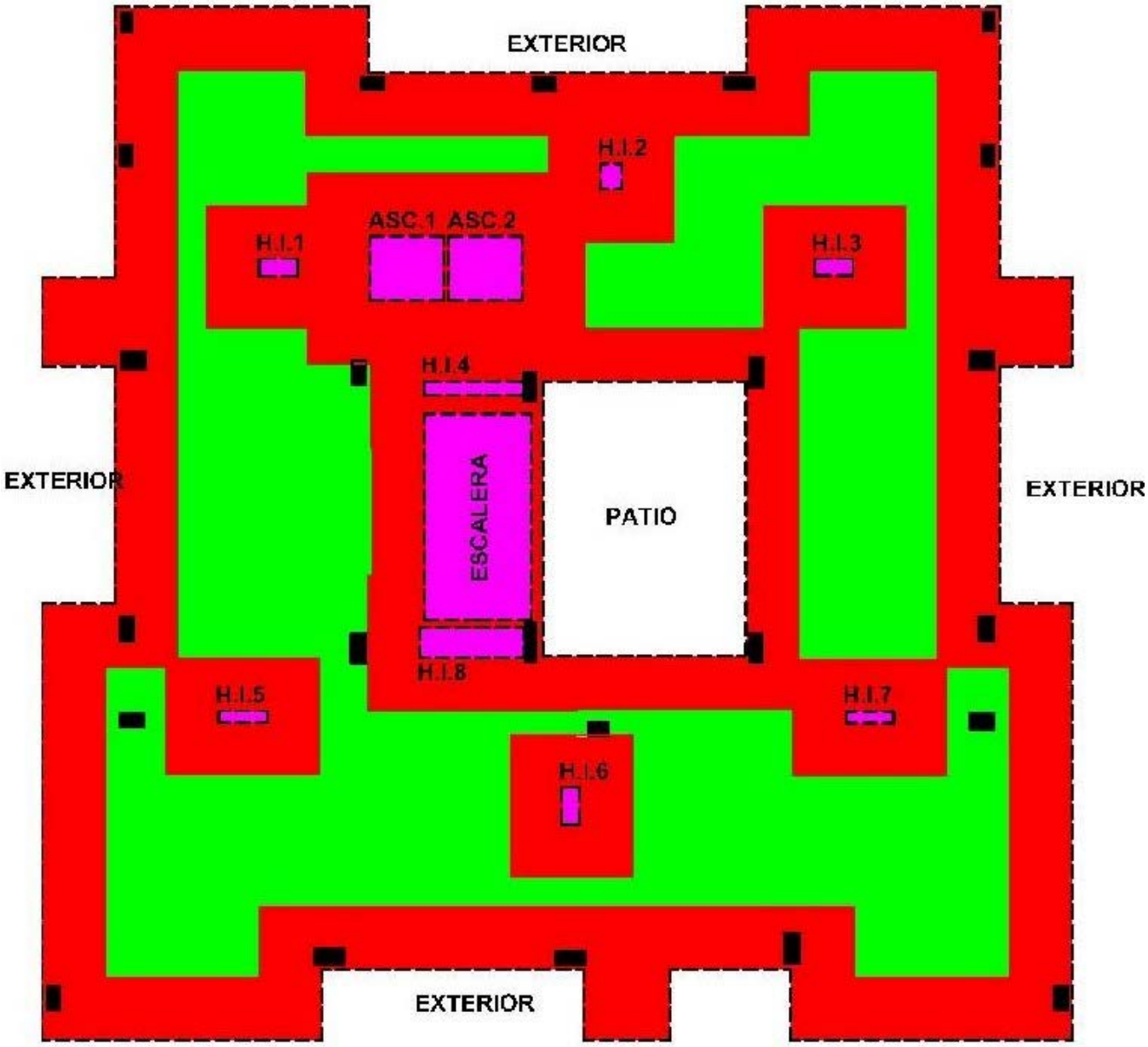


Figura 4. Zonas de riesgo en la planta de forjado.

En color rojo se muestran las zonas de peligro con un ancho de 1'50 metros hasta el borde del forjado (Riesgo Frontera). Las zonas magentas corresponden a los riesgos de caída de material sobre el operario y que generalmente están ubicadas en huecos de ascensor, huecos de instalaciones y huecos de escaleras. Las zonas verdes indican que los riesgos de caída de personas son mínimos y el control de acción preventiva es óptimo.

METODOLOGÍA

Para ello se toma un caso de estudio particular sobre la construcción teórica de un edificio de ocho plantas de altura con 41 viviendas, sobre rasante; con 62 plazas de aparcamiento y 47 trasteros, bajo rasante. El edificio es de tipología aislada, con volumen en altura (figura 5). Se toma como referencia de análisis para el comportamiento predictivo del movimiento humano (8 obreros, 1 encargado, 1 técnico de obra, 2 agentes de edificación y 1 Coordinador de Seguridad y Salud), que la estructura de hormigón armado del edificio está completada y se procede a la ejecución de los cerramientos de fachada de la planta primera. Y que en dicha planta se mueven estas trece personas.

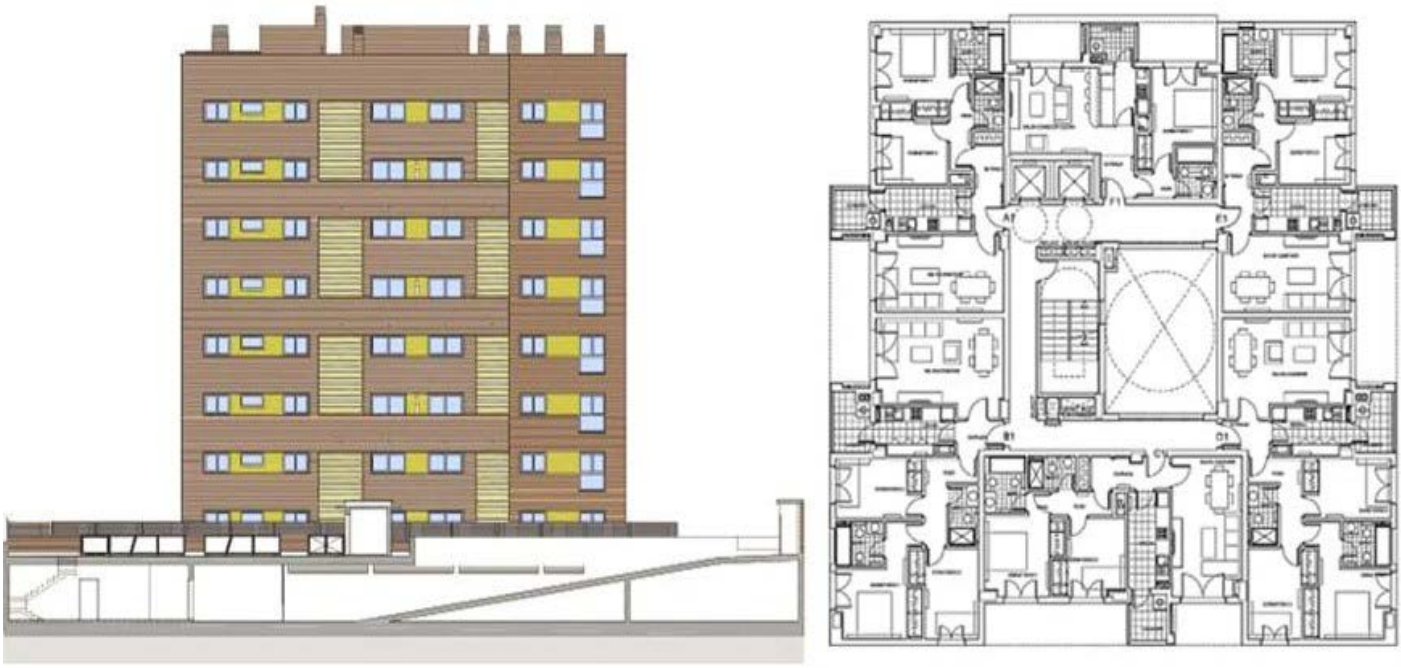


Figura 5. Alzado del edificio y distribución de planta primera.

El estado de ánimo de los obreros suele caer un poco en esta fase; la estructura ya está terminada y comienzan a aumentar los niveles de estrés. Sin embargo, la Dirección Facultativa suele tener un estado de ánimo bueno; los riesgos de la estructura ya no están y la obra parece más segura. Por otro lado, el estado de ánimo del encargado, del jefe de obra y del Coordinador de Seguridad son peores… parece que los riesgos han desaparecido al término de la estructura y comienzan las prisas con la fecha de entrega. Esto hace que el estado de ánimo influya, y que la percepción del riesgo entre los obreros y agentes de edificación sea muy diferente [21].

El procedimiento que se plantea es diseñar el modelo matemático para analizar el movimiento que pueden tener los obreros y agentes de la edificación en el recinto de obra bajo las condiciones por riesgo de caída de personas y riesgo por caída de material. A su vez, se incorpora el parámetro de estado de ánimo en cada persona; ya que, dependiendo de la intensidad del estado emocional, puede contagiarse a los que están cerca. Cuando son de tipo positivo, motiva que los movimientos dentro del recinto sean más efectivos frente a los riesgos, consiguiendo que la percepción del riesgo mejore. Cuando son de tipo negativo, hace que los movimientos y la percepción del riesgo sea menor; lo cual tiende a unos comportamientos inseguros [23]. La base matemática que se plantea dará pie a una serie de preguntas necesarias en el caso de estudio; para poder ampliar la investigación en la totalidad de la ejecución de la obra.

RESULTADOS

DISEÑO DEL MODELO MATEMÁTICO

En la metodología de evaluación de riesgos del Nivel De la Acción Preventiva [21], se ha establecido cómo el estado de ánimo afecta a la percepción del riesgo y por lo tanto a la actitud del trabajador frente a él. Vamos a tratar de estudiar este fenómeno en más detalle, teniendo en cuenta la influencia de los demás trabajadores en planta. Para ello, vamos a definir las siguientes variables:

- l_{qi}: estado emocional del trabajador i de la cuadrilla q.
- l_J: estado emocional del jefe de obra.
- l_E: estado emocional del Encargado de obra.
- l_{DF}: estado emocional de la Dirección Facultativa.
- l_S: estado emocional del Coordinador de Seguridad.
- r_{qi}: riesgo asumido por el trabajador i de la cuadrilla q.
- r_J: riesgo asumido por el jefe de obra.
- r_E: riesgo asumido por el Encargado de obra.
- r_{DF}: riesgo asumido por la Dirección Facultativa.
- r_S: riesgo asumido por el Coordinador de Seguridad.

- l_{qi}: estado emocional del trabajador i de la cuadrilla q.
- l_j: estado emocional del Jefe de obra.
- l_E: estado emocional del Encargado de obra.
- l_{DF}: estado emocional de la Dirección Facultativa.
- l_S: estado emocional del Coordinador de Seguridad.
- r_{qi}: riesgo asumido por el trabajador i de la cuadrilla q.
- r_j: riesgo asumido por el Jefe de obra.
- r_E: riesgo asumido por el Encargado de obra.
- r_{DF}: riesgo asumido por la Dirección Facultativa.
- r_S: riesgo asumido por el Coordinador de Seguridad.

Para simplificar el modelo, vamos a asumir que el estado de ánimo del encargado de obra, el jefe de obra, la dirección facultativa y el coordinador de seguridad no cambian. Sí vamos a permitir cambios en el estado de ánimo de un trabajador en una cuadrilla. Éste se verá afectado en mayor medida por el estado de ánimo que perciba en sus compañeros de cuadrilla y en menor medida, por el estado de ánimo general que perciba en la planta, tanto en las demás cuadrillas como en el encargado y en el jefe de obra. Además, el estrés debido a trabajar en una zona de riesgo de forma continuada, puede afectar también a su estado de ánimo. Podemos resumir estas consideraciones en las siguientes ecuaciones que modelan la variación del estado de ánimo de cada trabajador en respuesta al resto de individuos en la planta:

$$\frac{dl_{qi}}{dt} = \mathrm{A}\frac{1}{4}\sum_{j\neq i}\left(l_{qj} - l_{qi}\right) + \mathrm{B}\frac{1}{2}\sum_{k\neq q}\left(l_k - l_{qi}\right) + \mathrm{C}\left(\frac{l_E + l_T}{2} - l_{qi}\right) + \mathrm{f}\left(R, r_{iq}, t\right) \qquad (2)$$

$$\frac{dl_E}{dt} = \frac{dl_T}{dt} = \frac{dl_{DF}}{dt} = \frac{dl_S}{dt} = 0 \qquad (3)$$

donde $A + B + C = 1$ con A > B > C y R es el nivel de riesgo característico asociado a una zona de trabajo. En una primera aproximación, podemos considerar que f es igual a cero.

Si ahora nos concentramos en la descripción del riesgo asumido, podemos partir de la ecuación 1, del nivel de acción preventiva. En este artículo nos queremos concentrar en una obra concreta, que se encuentra en un estado determinado, por lo que la mayoría de los factores que intervienen en la fórmula anterior se pueden considerar constantes, lo que nos permite usar una expresión simplificada de la misma, que depende solo del estado de ánimo a través del nivel de satisfacción:

$$r_{qi} = N_{acp}(l_{qi}) = \frac{K}{N_s(l_{qi})} \quad (4)$$

Como antes, nuestro objetivo es dar una estimación más ajustada del riesgo asumido por el trabajador, al tener en cuenta la influencia de sus compañeros. Esta se produce en parte de forma indirecta, a través del efecto en su estado de ánimo, pero también de manera directa por imitación del riesgo asumido por los otros individuos. Se pueden incluir en este segundo tipo de influencia las indicaciones del Coordinador de Seguridad, interpretando estas como una percepción de nivel de acción preventiva óptimo en el coordinador. Esto nos proporcionaría una ecuación para la variación del riesgo asumido similar a la ecuación (2) para la variación del estado de ánimo. Sin embargo, la poca regularidad de *"TEXTO MATEMÁTICO"* con respecto al estado de ánimo desaconseja este enfoque. En su lugar, podemos describir la variación del nivel de acción preventiva para un trabajador usando una formulación discreta con respecto al tiempo por medio de ecuaciones en diferencias. Si reescribimos (2) usando esta formulación obtenemos el sistema que servirá de base para nuestra heurística:

$$l_{qi}^{*} = l_{qi} + h\left[\mathrm{A}\frac{1}{4}\sum_{j\neq i}(l_{qj} - l_{qi}) + \mathrm{B}\frac{1}{2}\sum_{k\neq q}(l_k - l_{qi}) + \mathrm{C}\left(\frac{l_E + l_T}{2} - l_{qi}\right) + \mathrm{f}(R, r_{iq}, t)\right] \quad (5)$$

$$r_{qi}^{*} = \frac{K}{N_s(l_{qi})} + h\left[\frac{\mathrm{D}}{8}\sum_{(k,j)\neq(\mathrm{q},i)}(r_{kj} - r_{qi}) + \mathrm{C}\left(\frac{r_T + r_E + r_S}{3} - r_{qi}\right)\right] \quad (6)$$

$$r_T^{*} = \frac{K}{N_s(l_T)} + h\left[\left(\frac{r_E + r_S}{2} - r_{qi}\right)\right] \quad (7)$$

$$r_E^{*} = \frac{K}{N_s(l_E)} + h[(r_S - r_{qi})] \quad (8)$$

En las ecuaciones (6) a (8) estamos suponiendo una jerarquía que afecta a la capacidad de influir en el nivel de acción preventiva de cada individuo.

Una vez establecido cómo un trabajador afronta el riesgo en el contexto que estamos modelando, podemos acoplar las ecuaciones (5) a (8) con ecuaciones que describan el movimiento de los trabajadores siguiendo trayectorias adecuadas a las tareas que han de realizar y evaluar la probabilidad de que un accidente se produzca en base a simulaciones.

Una ecuación típica para el movimiento se puede definir a partir de la variación de la posición como

$$\frac{dx_i}{dt} = \Gamma_i'(t) + \alpha(r_i)\sum_{i\neq j}\nabla U\left(x_i - x_j\right) + \sigma(r_i) \qquad (9)$$

donde $\Gamma(t)$ es la trayectoria que debe seguir el trabajador $i, U(x_i - x_j)$ es un potencial de atracción-repulsión que describe la variación en la trayectoria debida a la interacción con otros trabajadores, ajustado por un coeficiente $\alpha(r_i)$ que permita tener en cuenta la percepción del riesgo del trabajador. Finalmente, $\sigma(r_i)$ es una perturbación aleatoria cuya intensidad depende del nivel de acción preventiva.

donde *"TEXTO MATEMÁTICO"* es la trayectoria que debe seguir el trabajador *"TEXTO MATEMÁTICO"* es un potencial de atracción-repulsión que describe la variación en la trayectoria debida a la interacción con otros trabajadores, ajustado por un coeficiente *"TEXTO MATEMÁTICO"* que permita tener en cuenta la percepción del riesgo del trabajador. Finalmente, *"TEXTO MATEMÁTICO"* es una perturbación aleatoria cuya intensidad depende del nivel de acción preventiva.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

HEURÍSTICA DEL COMPORTAMIENTO Y LOS RIESGOS DE CONSTRUCCIÓN

El término "heurística" es un concepto amplio que aborda diferentes técnicas o métodos para poder solucionar una dificultad planteada. Nos indican Moussaïd, Helbing y Theraulaz [29] la importancia de los planteamientos heurísticos para poder predecir con mayor facilidad los movimientos de los individuos de manera individual y grupal.

El planteamiento de este documento propone introducir al método de evaluación de riesgos del Nivel de la Acción Preventiva la experiencia de sus autores tanto en el campo de la ejecución de obra como en el campo de la matemática predictiva. Para ello, se procede a plantear las preguntas que con tanta frecuencia se realizan, sobre todo, cuando existe una experiencia negativa con un accidente. En esos momentos es cuando se muestran todas las preguntas del ¿por qué…?

¿Por qué, generalmente, los obreros repiten y se contagian de los comportamientos más inseguros frente a los comportamientos seguros?

¿Los roles de mando se contagian de igual forma que los roles de los compañeros de trabajo?

¿Conocen los trabajadores y los agentes de edificación las zonas de peligro de una obra?

¿Los operarios son conscientes del riesgo que les rodea; y los Técnicos de obra?

¿Por qué la percepción del riesgo de un trabajador no es la misma que la de un técnico?

Ante una situación de estado de ánimo conflictivo, ¿saben los trabajadores cómo responder; se dejan contagiar?

¿Por qué no suelen realizarse o indicarse las zonas de paso seguras en una obra?

¿Los medios digitales pueden ayudar a la implementación de roles seguros?

¿Por qué la participación de los trabajadores y agentes de la edificación en materia de prevención suele ser tan baja?

Los trabajadores con excesos de confianza, falsa valentía, edad alta, con experiencia; si no participan en la prevención, ¿por qué se contagia?

Dentro de los principios heurísticos, se han establecido varias sugerencias de situaciones reales que suceden y se repiten en las obras de construcción. En base a las reglas heurísticas, las vías que se abren para dar solución a dichas sugerencias parten de un parámetro fundamental: la participación en materia de prevención a partir de la comunicación. Como estrategias heurísticas, los medios de que se disponen para enfocar las soluciones a las situaciones de riesgo en las obras conllevan una formación más amplia de los trabajadores y agentes de la edificación en materia de prevención; colaborando y participando de los conocimientos entre los diferentes individuos que coinciden en un tajo de trabajo [33].

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El comportamiento de las multitudes, aunque es el resultado de comportamientos individuales, puede llevar a la formación de patrones a un nivel de mucha mayor escala. Estos patrones tienen una fuerte influencia en la eficiencia del flujo. Por lo tanto, es interesante entender cómo emergen espontáneamente en una multitud. Más generalmente, incluso en un flujo más homogéneo, es lo interesante de ser capaz de predecir el comportamiento global de la multitud a partir de las interacciones locales de los individuos [24]. El movimiento de las personas en diferentes flujos de movimientos, puede ser analizado para comprobar cómo se comportan la interacción de las líneas o trayectorias de cada uno de los peatones y en diferentes escenarios. En el caso de estudio, se analizan los flujos de los individuos en la plataforma de trabajo y la interactuación entre ellos, tanto por su movimiento, como por el contagio de su estado de ánimo. Es motivo de un trabajo posterior el estudio de las diferentes fases del proceso de la ejecución de la obra en el que se mostrarán los valores obtenidos en aplicación del diseño matemático definido.

Se comprueba que los estados de ánimo influyen tanto en el movimiento del trabajador como en su percepción del riesgo. Los límites introducidos como variables fijas (borde de forjado, huecos de escaleras, pilares de la estructura, etc.) condicionan la toma de decisión del individuo y le hace repetir escenarios seguros o inseguros en base al número de contagios debidos a los comportamientos de otros.

La metodología de evaluación de riesgos del Nivel de la Acción Preventiva, evalúa el entorno documental (proyecto de obra), el entorno constructivo (gestión de obra) y el entorno social (clima de seguridad) del proceso edificatorio; en base a conceptos de parametrización del valor característico de la complejidad propia de la obra y de la percepción del entorno por los trabajadores, mediante criterios técnico-sociales. Con este estudio se incorpora un entorno conceptual basado en la matemática predictiva para poder determinar con modelos predictivos el movimiento y el comportamiento de los trabajadores en las obras de construcción.

Es fundamental aprender a observar a las personas, atendiendo a sus comportamientos y movimientos por el recinto de obra, desde los distintos entornos del proceso constructivo, en sus puestos de trabajo e identificar actos inseguros o deficientes, ya que la prevención de accidentes y gestión del riesgo es una prioridad social en la industria de la construcción.

Por todo ello y en base a este primer análisis que parte de una metodología heurística, a la cual se le estiman unas cuestiones iniciales que sirven para determinar los parámetros geométricos de borde de forjado, riesgo de caída de personas y estado de ánimo en el nivel de satisfacción de los trabajadores; es esencial la participación de todos los agentes de la edificación y de los trabajadores para que se produzcan mejoras en los sistemas de prevención de las obras de construcción para conseguir empresas saludables dando valor a las personas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS

[1] Carpio, A.J.; González, M.N. (2017). Critical analysis of risk assessment methods applied to construction works. Revista de la Construcción, 16 (1), 104-114. DOI: 10.7764/RDLC.16.1.104

[2] Martin, T.L. (2004). *Project risk management in the Queensland engineering construction industry: a survey*. International Journal of Project Management 22 (1), 51–61.

[3] Silva, S., Araújo, A., Costa, D., Meliá, J.L. (2013) *Safety climates in construction industry: understanding the role of construction sites and workgroups*. Open Journal of Safety Science and Technology, 3 (4), 80-86.

[4] Martínez, M., Rubio, M., Gibb, A. (2010). *Prevention of design: effect of European Directives on construction workplace accidents*. Safety Science, 48 (2), 248-258.

[5] He Zhi (1995). *Risk management for overseas construction projects*. International Journal of Project Management 13 (4), 231-237.

[6] Haslam, R.A., et al. (2005). *Contributing factors in construction accidents*. Applied Ergonomics 36, 401-415.

[7] Mohamed, S. (2009). *National culture and safe work behaviour of construction workers in Pakistan*. Safety Science 47, 29–35.

[8] Neal, A., Griffin, M.A., Hart, P.M. (2000). *The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior*. Safety Science 34, 99-109.

[9] Rozenfeld, O., Sacks, R., Rosenfeld, Y. & Baun, H. (2010). *Construction job safety analysis*. Safety Science, 48 (4), 191-498.

[10] Tixier, J, Dusserre, G, et al. (2002). *Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Vol.15, p. 291-303

[11] Zhi, H. (1995). *Risk management for overseas construction projects*. International Journal of Project Management, 13 (4), 231-237

[12] Forteza, F.J.; Sesé, A.; Carretero, J.M; (2014); *Herramienta global para la evaluación de obras de construcción.* Proceeding of the 15th International Conference on Occupational Risk Prevention; http://www.orpconference.org

[13] Pinto, A, (2014). *QRAM a Qualitative Occupational Safety Risk Assessment Model for the construction industry that incorporate uncertainties by the use of fuzzy sets*. Safety Science. Vol.63, p.57-76. (DOI:10.1016/j.ssci.2013.10.019)

[14] Zadeh, L.A., (1965). *Fuzzy sets*. Information and Control 8, 338–353.

[15] Reyes, J.; San José, J.; Cuadrado, J.; Sancibrián, R. (2014). *Health & Safety Criteria For Determining The Sustainable Value Of Construction Projects*. Safety Science 62, 221-232

[16] Sousa, V.; Almeida, N.M.; Dias, L.A. (2014). *Risk - based management of occupational safety and health in the construction industry – Part 1: Background knowledge.* Safety Science 66, 75-86

[17] Salanova, M.; Gracia, E.; Lorente, L. (2007). *Estudio de riesgos psicosociales en trabajadores de la construcción*. Gestión Práctica de Riesgos Laborales, nº:44, p: 12, diciembre.

[18] Úbeda de Mingo, P. (2002) Espacio: Roles, ritos y valores entre los constructores de edificios. Granada: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Granada. ISBN: 84-607-6184-3.

[19] Gomes de Oliveira, C. (2010) Propuesta de una metodología integrada para la evaluación del riesgo profesional. Tesis Doctoral. Universidad de León.

[20] Claudino Véras, J. (2012) Método para la evaluación de riesgos laborales en obras de construcción de grandes viaductos. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria de la Construcció. Barcelona.

[21] Carpio, A.J. (2017). Nueva metodología de evaluación de riesgos laborales adaptada a obras de edificación: Nivel de la Acción Preventiva. (Tesis Doctoral), E.T.S. de Edificación (UPM). https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.47976

[22] Fine, W., & Kinney, W. (1971). Mathematical evaluation for controlling hazards. Journal of Safety Research, 3 (4), 157–166.

[23] Rosado, J. (2010). Analysis of some diffusive and kinetic models in mathematical biology and physics. (Tesis Doctoral), Departamento de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Barcelona. http://hdl.handle.net/10803/3113

[24] Appert-Rolland, C., Cividini, J., Hilhorst, H.J., Degond, P. (2014) Pedestrian flows: from individuals to crowds. Science Direct, Transportation Research Procedia (2) 468–476

[25] Prieto, M. (2006). Educar contra el estrés. Sal Terrae 94 (373-384)

[26] Martín, P., Salanova, M. (2003). El estrés laboral, ¿Un concepto cajón-de-sastre? Proyecto social: Revista de relaciones laborales. 10-11, 167-185. ISSN 1133-3189.

[27] Thayer, R.E. (1996). The origin of everyday moods. Managing energy, tension and stress. Oxford University Press, Inc. New York. ISBN 84-493-0530-6

[28] Bertozzi, A., Rosado, J., Short, M., Wang, L. (2014) Contagion Shocks in One Dimension. J Stat Phys (2015) 158:647–664, DOI 10.1007/s10955-014-1019-6

[29] Moussaïd, M., Helbing, D.; Theraulaz, G. (2011) How simple rules determine pedestrian behavior and crowd disasters. PNAS April 26, 2011 108 (17) 6884-6888; https://doi.org/10.1073/pnas.1016507108

[30] Salganik MJ, Dodds PS, & Watts DJ (2006) Experimental study of inequality and unpredictability in an artificial cultural market. Science 311(5762):854-856.

[31] Barabàsi A-L (2005) The origin of bursts and heavy tails in human dynamics. Nature 435:207-211.

[32] Wu F & Huberman B (2007) Novelty and collective attention. Proceedings of the National Academy of Sciences 104(45):17599-17601.

[33] "Heurística". Significados.com. Enlace: https://www.significados.com/heuristica/ Consultado: 27 de abril de 2019, 07:00 pm.

Potencial de salud en las organizaciones: Análisis exploratorio

RESUMEN / ABSTRACT

Ser una organización saludable está de moda. Se ha convertido en una etiqueta que aporta prestigio. Pero, ¿en qué medida nuestro tejido empresarial es saludable?; ¿de qué tipo de salud estamos hablando?

El presente trabajo reflexiona sobre la actual confrontación entre sistemas tóxicos y sanos, y de la marketingnización del concepto de salud, que nos han convertido en una sociedad del malestar (Araya, 2009; Han, 2014; Morales, 2011; Urreiztieta, 2004) en la que se vive una felicidad paradójica (Lipovetsky, 2007). A partir de la revisión de la literatura, se propone adoptar un enfoque configuracional de la salud en la organización, articulado sobre dos ejes: la prevención de los riesgos y la promoción de la salud. Además, se introduce una perspectiva evolutiva en la construcción de organizaciones saludables. A partir de esta propuesta sistémica y evolutiva, se elabora un instrumento de diagnóstico del potencial de salud en las organizaciónes. Posteriormente, se realiza un estudio exploratorio dicho potencial en el ámbito de la Comunidad Valenciana (España).

Los resultados obtenidos a partir de una muestra representativa de empresas del territorio, nos permiten establecer el potencial de salud de las empresas del territorio analizado. Además, muestran las incongruencias existentes en el proceso

Este análisis, si bien exploratorio, nos permite establecer un mapa del potencial de salud de las empresas en el territorio de la Comunitat Valenciana. Y, a partir de este, articular una hoja de ruta en la construcción de organizaciones saludables para dicho territorio.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Plantea un concepto configuracional y evolutivo de organización saludable
Aporta metodología de análisis del potencial de salud de la organizaciones
Genera un procedimiento para construir salud en las organizaciones

AUTORES / AUTHORS

Miguel Ángel Gimeno Navarro
Universitat Jaume I de Castellón
ngimeno@uji.es
Rosana Peris Pichastor
Universitat Jaume I de Castellón
rperis@uji.es
Ana Isabel Marqués Marzal
Universitat Jaume I de Castellón
imarques@uji.es
Daniel Pinazo Calatayud
Universitat Jaume I de Castellón
pinazo@uji.es

INTRODUCCIÓN

España encabeza el ranking de trabajadores desmotivados; "*solo el 23% de los trabajadores españoles están muy comprometidos o comprometidos con su trabajo*" (Steelcase, 2016, p. 176). En el 96,1% de los centros de trabajo se está expuesto a riesgos físicos, y en el 70,4% a riesgos psicosociales (ESENER 2, INSHT, 2015). Junto a esto, la salud es, en España, el aspecto más importante de nuestra vida (Barómetros del CIS, 2009, 2012, entre otros). A ello hay que sumar, entre las iniciativas emblemáticas de la Unión Europea para 2020, la relevancia que se confiere al desarrollo de empresas sostenibles, innovadoras y competitivas, y a la mejora de su seguridad (Comisión Europea, 2012); y desde el Plan de Acción Agenda 2030 (Gobierno de España, 2018) al crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, al trabajo decente, y a la industrialización inclusiva.

Oportunidad, importancia y necesidad de disponer de un tejido empresarial saludable.

Vivimos en la *sociedad del conocimiento*, que está mutando a la de la *imaginación* (Peters, 1995) y de la *intensificación de la creación* (Murakami & Nishiwaki, 1993), caracterizada por la conectividad, la sintonización, la complejidad y la creatividad. En el tipo de sociedad que se está intentando construir (responsable, sostenible, inspiradora, inclusiva, inteligente), resulta esencial que el lugar donde los seres humanos pasamos ⅓ de nuestra vida sea saludable.

Ahora bien, ¿qué estamos haciendo en este sentido? Hay que reconocer que la cantidad de iniciativas relacionadas con las empresas saludables ha crecido exponencialmente en nuestro país, auspiciadas por estrategias políticas mundiales (Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU), europeas (Estrategia 2020), y nacionales (Plan de Acción Agenda 2030). En los últimos años han proliferado las plataformas eHealth, las iniciativas para medir y premiar a las empresas más saludables, o los foros para compartir experiencias y buenas prácticas, entre otros. Pero cantidad y calidad no siempre van unidas. La visión que propugnan las estrategias (sostenibilidad, responsabilidad, inclusividad, trabajo decente, etc.) entraña un cambio *de* modelo organizativo; mientras que lo que proliferan son propuestas de prácticas en salud o bienestar. Y la mera incorporación de prácticas aisladas no significa que una organización sea saludable. El todo que implica una organización de estas características es más que la mera realización de algunas prácticas de ese estilo, y no se puede reducir a ellas.

De hecho, modificar lo aparente sin cambiar el fondo está generando un efecto paradójico: activando esas prácticas saludables, por contraste, sale a relucir el trasfondo tóxico del mundo del trabajo y las organizaciones. Así, en el nivel societal, la mejora de nuestras condiciones de vida nos ha llevado a vivir en la *sociedad del malestar* (Araya, 2009; Han, 2014; Morales, 2011; Urreiztieta, 2004), *del riesgo* (Beck, 2002), en la que se vive una *felicidad paradójica* (Lipovetsky, 2007). Trasladándonos al contexto empresarial, Carrión (2007) se plantea ¿cómo es posible que tantas organizaciones funcionen como lo hacen, destrozando la vida de sus miembros y dejando un rastro de miedo y dolor? ¿Por qué se consienten los entornos de trabajo tóxicos mientras se ensalza la importancia del talento humano? ¿Cómo es posible que grandes corporaciones, con extensas memorias de responsabilidad social y grandes beneficios económicos, consientan y se aprovechen del surgimiento de nuevas formas de precarización, en su seno o en sus subcontratas? Pfeffer (2018) corrobora esta idea al señalar que el mundo organizativo y laboral nos enferma e incluso nos conduce a la muerte.

El uso 'marketingniano' de la salud organizativa y de las prácticas saludables pone en evidencia esa paradoja, a través de mensajes contradictorios. Así, por ejemplo, se nos traslada la importancia del activo humano, de su talento, del trabajo en equipo; mientras, a la vez, se niega (incumpliendo la ley) la realización de una simple evaluación de riesgos que asegure la seguridad de los trabajadores, o no se muestra voluntad por reducir el trabajo precario (interno o subcontratado).

Estas incongruencias evidentes entre lo que se dice y se hace, entre visión y acción, apuntan la necesidad, impostergable, de definir qué es una organización saludable. ¿Va a ser otra moda pasajera o va a formar parte del ADN de la sociedad que está emergiendo?

La OMS (2010) define un entorno de trabajo saludable como "*aquel en el que los empleados y el personal superior colaboran en la aplicación de un proceso de mejora continua para proteger y promover la salud, la seguridad y el bienestar de todos los empleados y la sostenibilidad del lugar de trabajo"* (p. 16), atendiendo al entorno físico, al entorno psicosocial, a la organización del trabajo y a la cultura laboral, a los recursos de salud personales, y a las maneras de participar en la comunidad. Amplificando esta idea, una organización saludable es "*aquella cuyo funcionamiento (estructura y procesos) e ideología brinda todas las posibilidades para que los miembros y los grupos humanos que en ella existen sean sanos y plenos, se sientan seguros y puedan desarrollar al máximo sus capacidades y creatividad, en sintonía con su entorno*" (Gimeno, 2012, p. 45).

Como se observa, una organización se etiqueta como saludable porque tiene una configuración que la caracteriza como tal. Mintzberg (1991) define la configuración como armonía, como la red de interrelaciones entre elementos que dota de coherencia a las características internas de una organización "*para crear sinergismo entre sus procesos de trabajo y para establecer el acoplamiento con sus contextos externos*" (p. 110). Delery y Doty (1996) apuntan que las prácticas saludables adoptadas por una organización deben ser consistentes entre sí, así como con las características de la propia organización. Siguiendo el modelo sobre cultura organizativa de Schein (1992), desde una aproximación configuracional los elementos que permiten identificar a una organización como saludable -como un sistema holístico de salud- son los supuestos básicos, los valores adoptados y los artefactos. Como ya hemos indicado, la 'marketingnización' de la salud en las organizaciones ha hecho que solo se atienda a los artefactos (prácticas). Pero lo que otorga sentido y coherencia a esas prácticas son los valores y los supuestos básicos. Estos recogen el nivel de conciencia que la organización tiene sobre la seguridad y la salud laboral (SSL), y explican lo que se hace en este ámbito.

Sobre los valores, estos se reflejan en las metas y las estrategias que sigue la organización para ser saludable. Estas estrategias se vertebran en torno a los dos ejes sobre los que se construye la salud: el *eje de la prevención*, orientado a proteger de riesgos y daños, que genera seguridad; el *eje de promoción*, orientado a potenciar el bienestar, que genera desarrollo. De su combinación surgen cinco tipos de organizaciones, según su capacidad para potenciar y consolidar la salud laboral (Gimeno, 2016): a) *Organizaciones Tóxicas*. Puntúan bajo en prevención y en promoción. Ni implementan acciones que prevengan los daños, ni promocionan la salud. b) *Organizaciones Mediocres*. Puntúan alto en prevención y bajo en promoción. Priman el cumplimiento de la normativa preventiva, y desatienden la promoción de la salud. c) *Organizaciones Estratégicas*. Tienen puntuaciones medias en prevención y en promoción. Se caracterizan por tener una visión instrumental de la salud laboral, a la que utilizan en función de sus intereses, de forma contingente. d) *Organizaciones Naif*, en las que se apuesta por la promoción de la salud, desentendiéndose de la prevención de los riesgos. Apuestan por el desarrollo del talento, pero se olvidan de los factores de riesgo. e) *Organizaciones Saludables*. Puntúan alto en prevención y en promoción de la salud. Apuestan por eliminar lo tóxico del entorno laboral y promocionar lo saludable, sin limitarse al contexto interno de la organización.

Además, la organización saludable es algo hacia lo que se tiende, por lo que se va generando de forma progresiva. Este proceso generativo implica, utilizando la terminología de Senge, 1992, p. 23) una *metanoia*, un "*desplazamiento mental o cambio de enfoque, tránsito de una perspectiva a la otra*". Esta evolución se produce a medida que se toma conciencia de las necesidades de salud existentes. Así, por ejemplo, en el mundo occidental -hasta mediados del siglo XX- se aceptaba que trabajar conllevaba una pérdida de salud física paulatina y evidente; llegado un momento se tomó conciencia de la necesidad de proteger la integridad física de los trabajadores; y fruto de ello, se pasó a considerar que el trabajo debía estar libre de accidentes y enfermedades profesionales. Sin embargo, en muchos países del tercer mundo, hacia los que se ha externalizado el riesgo físico, se continúa aceptando ese riesgo como parte consustancial de la actividad laboral.

Laloux (2016) plantea que la conciencia de las organizaciones ha ido evolucionando, transitando por diferentes perspectivas o paradigmas organizacionales. En concreto señala cinco paradigmas, que pueden trasladarse al ámbito de las organizaciones saludables, y que muestran el tipo de "mentalidad" que tienen las empresas en materia de salud y seguridad laboral (SSL). Estos cinco tipos son (Figura 1):

- de *coste*. Se corresponde con las organizaciones rojas-impulsivas de Laloux. En estas organizaciones los problemas en la SSL son riesgos inherentes al trabajo, riesgos que se han de asumir como costes inevitables.

- de *norma*. Se corresponde con las organizaciones ambar-conformistas de Laloux. Aquí la SSL son normas que tenemos la obligación de cumplir y hacer cumplir, porque es lo que determina la ley.

- de *estrategia*. Se corresponden con las organizaciones naranja-logro de Laloux. La SSL forman parte de los objetivos empresariales si permiten alcanzar unos resultados que conduzcan al éxito.

- de *cultura*. Se corresponden con las organizaciones verde-pluralistas de Laloux. En ellas la SSL forman parte de la identidad de la empresa, que es compartida por sus miembros.

- *integral*. Sería propio de las organizaciones teal-evolutivas de Laloux. En ellas la SSL son un propósito evolutivo, tanto de las personas como de las organizaciones.



Figura 1. Evolución de los paradigmas organizacionales en el ámbito de la salud y la seguridad laboral (SSL). Fuente: adaptado de Laloux (2016).

Así pues, la construcción de organizaciones saludables -que sirvan de sustento en la sociedad que está emergiendo (responsable, sostenible, inspiradora, inclusiva, inteligente)- pasa por adoptar un enfoque configuracional de las mismas. En ese enfoque, junto a las prácticas, resulta fundamental considerar los valores y supuestos asumidos. Los valores, en el ámbito de la salud, guardan relación con los ejes que vertebran la salud (prevención y promoción), y los supuestos se observan en el nivel de conciencia sobre este tema.

METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta lo señalado anteriormente, el objetivo del presente trabajo es conocer cuál es el potencial de salud que tienen organizaciones en la Comunidad Valenciana. Nuestra pregunta de investigación es: ¿en qué medida y forma es saludable nuestro tejido empresarial? Respondiendo a este objetivo y a esta pregunta se pretende conocer el nivel evolutivo en el que se encuentran las organizaciones, en esta materia.

Este objetivo general se operativiza en los siguientes objetivos específicos:

a) Conocer el paradigma organizativo que, en materia de SSL, domina en el mundo empresarial

b) Conocer su nivel de conciencia preventiva

c) Conocer su nivel de conciencia en promoción de la salud

d) Determinar los tipos de salud a los que se confiere más importancia

e) Establecer el valor de su actividad en SSL

El paradigma de investigación seguido en es trabajo es el interpretativo. Se trata de un estudio prospectivo exploratorio. El propósito del trabajo es comprender e interpretar qué mueve a las empresas en la SSL. Nuestro foco de análisis se centra en los supuestos subyacentes. Desde esta aproximación, se ha optado por trabajar con metodología mixta, combinando técnicas de investigación cuantitativas (encuesta) y cualitativas (focus group), dependiendo de los objetivos a alcanzar.

La primera fase del trabajo ha consistido en elaborar el *Cuestionario diagnóstico del potencial de salud en la empresa*. En este proceso se usó la técnica cualitativa Focus Group en la que participaron 4 investigadores de la Universitat Jaume I. El segundo paso ha sido realizar el trabajo de campo; el mismo se lleva a cabo en la Comunidad Valenciana (España); para ello el cuestionario ha estado disponible on-line. Finalmente, el tercer paso ha consistido en analizar los datos; se ha utilizado estadística paramétrica (análisis descriptivo y correlaciones); los cálculos se han realizado con el programa SPSS v.22.

La muestra, en este trabajo, está compuesta por 175 organizaciones de la Comunidad Valenciana. Por sectores, el 42,3% son centros de la Administración Pública; el 31,4% pertenecen al sector servicios; el 10,9% al de agricultura; el 9,7% a la construcción; y el 5,7% a la industria. Por tamaño, el 33,3% son pequeñas empresas; el 44,4% son empresas medianas; y el restante 22,3% son grandes empresas. El 80% de las personas encuestadas tienen formación en prevención; un 83,8% de nivel básico, y un 16,2% de nivel medio-superior.

Las once variables consideradas en el estudio son: nivel de conciencia preventiva; nivel de conciencia en promoción de la salud; nivel de conciencia de la dirección en materia de SSL; imagen de trabajador saludable; nivel de conciencia de empresa saludable; tipos de salud; grado de actividad preventiva; grado de actividad en la promoción de la salud; valoración como empresa saludable; valoración de la actividad preventiva; valoración de la actividad de promoción. Todas ellas se evalúan a través de una escala tipo Likert, de 5 anclajes, a excepción del grado de actividad preventiva y de promoción que se evalúan con una escala dicotómica (si/no). Las cinco primeras constituyen el paradigma organizativo desde el que se mueve la organización en materia de SSL. Y en su conjunto determinan el potencial de salud.

RESULTADOS

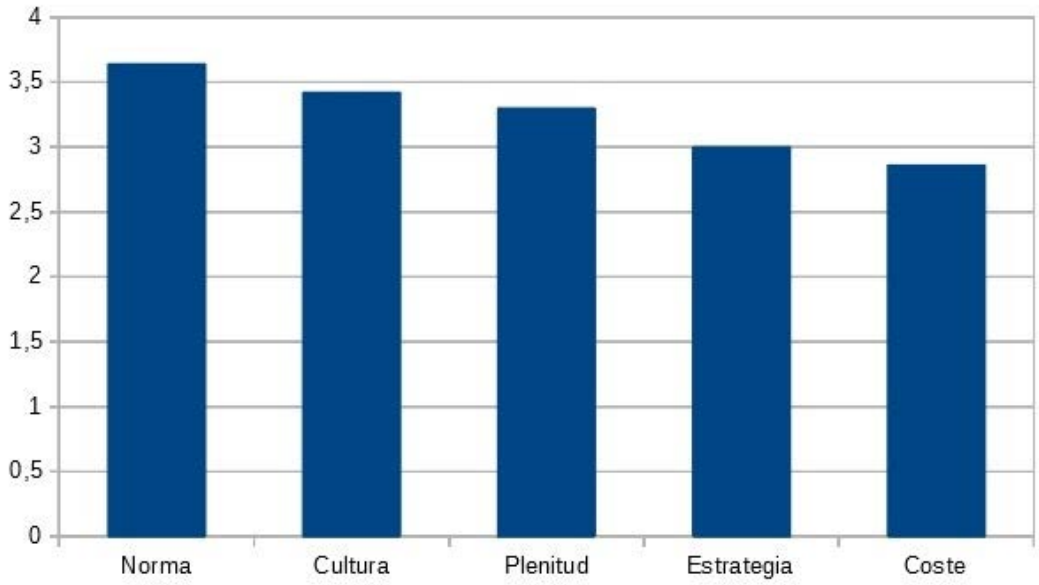
Los supuestos que guían la *actividad preventiva* de las empresas encuestadas son, principalmente, culturales (4,34): se entiende la prevención como una responsabilidad social que es cosa de todos. Tras estos, predominan los supuestos de Plenitud (3,99); la tercera 'mentalidad' más extendida es la Normativa (3,84); la penúltima es la Estratégica (2,77); y la menos extendida es la de Coste (1,67).

Respecto a la *promoción de la salud*, predomina la 'mentalidad' Normativa (3,57): se trata de una norma para hacer el trabajo mejor. La sigue la visión de Plenitud (3,28); la siguiente más extendida es la de Coste (3,26). Y las 2 últimas son la Cultural (2,77) y la Estratégica (2,73).

La 'mentalidad' que domina entre la *Dirección* es la de Normativa (3,41): da las instrucciones apropiadas para que se actúe correctamente. La segunda más extendida es la Estratégica (3,05). A esta la sigue la Cultural (2,90), la de Plenitud (2,83), y la de Coste (2,79).

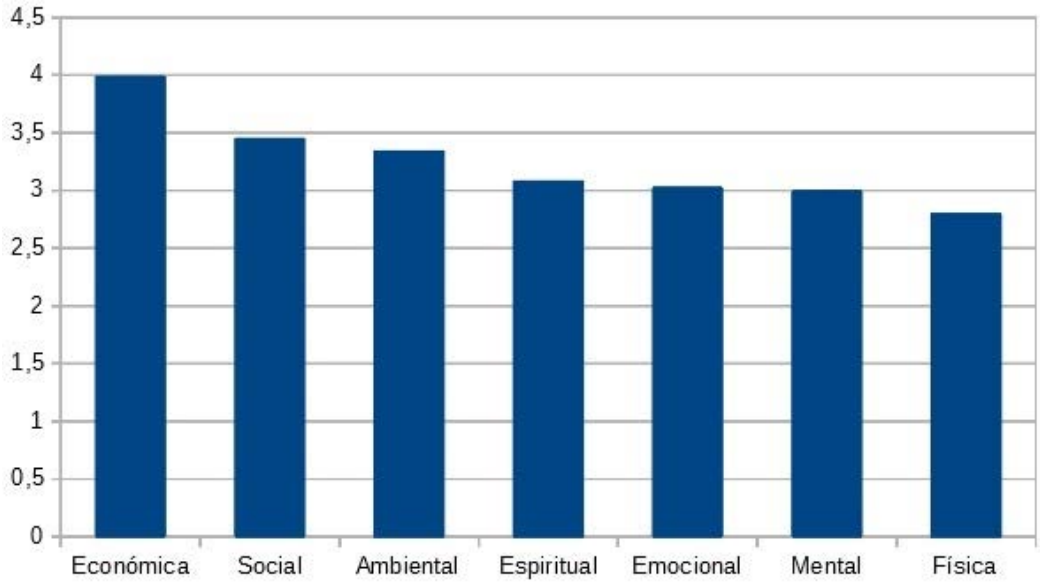
La visión más extendida de qué es un *trabajador saludable* es la de Coste (3,73): aquel que sufre menos bajas en el trabajo. Muy cerca está la visión Normativa (3,71); y la Cultural (3,69). Tras ellas, los supuestos menos extendidos son el de Plenitud (3,29) y el Estratégico (3,28).

Combinando las variables consideradas hasta aquí se obtiene el *paradigma organizativo en SSL* (Gráfica 1). En las empresas encuestadas impera la visión Normativa (media=3,64); su principal objetivo es cumplir con la legislación. La segunda visión más extendida es la Cultural (media=3,42). La tercera "mentalidad" es la de Plenitud (3,3). La cuarta visión es la Estratégica (3). La visión menos extendida es la que entiende la salud como un Coste (2,86).



Gráfica 1. Paradigmas organizativos en Seguridad y Salud Laboral (SSL).

La salud a la que más importancia se concede es a la económica (3,99), seguida por la social (3,45) y la ambiental (3,34). Las dimensiones menos valoradas, en orden ascendente, son la física (2,8), la mental (3), la emocional (3,03) y la espiritual (3,08).



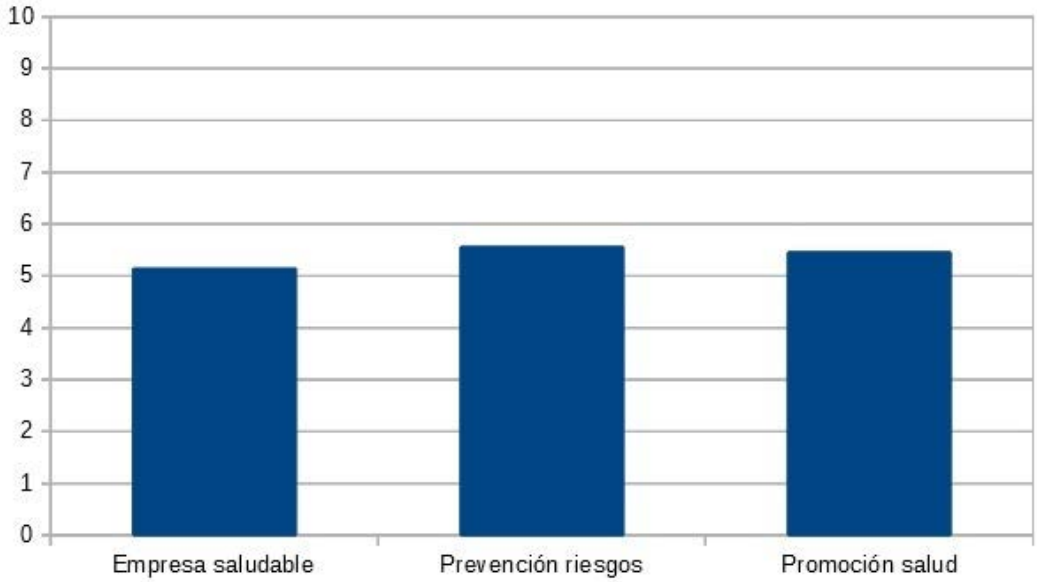
Gráfica 2. Priorización del tipo de salud.

Las actividades preventivas más extendidas son: la modificación de instalaciones, maquinarias, equipos, materiales y/o herramientas (68,5% de los centros); la evaluación de los riesgos (60,7%); y la formación/información en SSL (68,5%). Al menos un 40% de las empresas incumple sus obligaciones preventivas, hecho que sorprende cuando impera el paradigma Normativa en SSL.

En cuanto a las actividades de promoción de la salud las más extendidas son la conciliación de la vida laboral y familiar (50,4% de los centros), y la responsabilidad social y la sostenibilidad (48,5%). El resto apenas se realiza en una cuarta parte de las empresas.

La comparación entre los porcentajes de prevención y promoción muestran que las empresas se dedican, principalmente, a las actividades preventivas (aproximadamente en una ratio de 3 a 1). Un 29,4% realiza pocas o ninguna actividad preventiva, frente a un 56,6% que realiza pocas o ninguna actividad de promoción de la salud.

Por lo que respecta a la valoración que se hace de las empresas como saludables, de su actividad preventiva y de su actividad de promoción, hay que indicar que aprueban en los tres aspectos, si bien lo hacen con un aprobado justo (Gráfica 3). De los tres, el aspecto mejor valorado es la actividad preventiva. Como organizaciones saludables obtienen un aprobado raspado (5,15); su actividad preventiva es valorada con un 5,57; y su actividad para promocionar la salud obtiene un valor de 5,47.



Gráfica 3. Valoración como empresas saludables, actividad preventiva y actividad de promoción

El análisis de la relación entre el Paradigma organizativo y la importancia concedida a los distintos Tipos de salud muestra que las correlaciones más altas en la salud económica y en la salud física se dan con aquellas empresas donde más predominan los supuestos estratégicos. Por su parte, el paradigma que más correlaciona con la salud mental, emocional, social, espiritual y ambiental es el de plenitud. De hecho, el conjunto de correlaciones apunta que este es el paradigma que más importancia concede a los distintos tipos de salud; y, en el lado contrario, los datos apuntan que cuanto más predominan los supuestos de coste la importancia que se concede a la salud (en sus distintas formas) es menor (Tabla 1).

Por otro lado, cuanto más predomina el paradigma estratégico en una empresa más variadas son las actividades de prevención que se llevan a cabo. Y cuanto más predomina el paradigma estratégico más diversidad de actividades de promoción se realizan. De hecho, a medida que evoluciona el paradigma de SSL mayor es la actividad que se lleva a cabo para promocionar la salud y el bienestar (Tabla 1).

Tipo de salud y Grado actividad / Paradigma organizativo	Económica	Física	Mental	Emocional	Social	Espiritual	Ambiental	Grado actividad prevención	Grado actividad promoción
COSTE	,349**	,301**	,246**	,247**	,157*	,297**	,224**	,253**	,215**
NORMATIVO	,480**	,502**	,675**	,615**	,545**	,579**	,583**	,425**	,331**
ESTRATÉGICO	,513**	,570**	,571**	,582**	,442**	,529**	,484**	,524**	,406**
CULTURAL	,478**	,525**	,678**	,689**	,593**	,652**	,585**	,478**	,451**
PLENITUD	,480**	,562**	,698**	,711**	,609**	,700**	,619**	,497**	,471**

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 1. Correlaciones entre Paradigma organizativo en SSL y Tipos de salud y Grado de actividad en prevención y promoción.

CONCLUSIONES

El estudio efectuado nos ofrece un contraste de claros y oscuros sobre la evolución del potencial de salud en las organizaciones.

Uno de los factores que permiten identificar dicho potencial son los *supuestos subyacentes* (paradigmas organizativos) desde los que se mueven las organizaciones en este campo. En la parte positiva destaca el hecho de que el paradigma organizativo que entiende la SSL como un coste está siendo superado. Los supuestos que están tras este paradigma son los menos extendidos entre el tejido empresarial de la Comunidad Valenciana. En la mayor parte de las variables (conciencia preventiva, conciencia de la dirección, y conciencia de empresa saludable) ocupa el último lugar. El análisis de correlaciones también nos muestra que es el de menor fuerza con los tipos de salud y con el grado de la actividad preventiva y de promoción.

Ahora bien, lejos de haber evolucionado la 'mentalidad' organizativa hacia visiones cuando menos estratégicas o culturales, el paradigma que está dominando el campo de la SSL es el Normativo. Esto significa que la principal fuente de motivación de las organizaciones para trabajar la salud es externa, y se encuentra en la legislación laboral. Es interesante destacar que no se trata de un paradigma cuya saliencia sea manifiesta, sino que se caracteriza por estar siempre presente. Resulta preocupante que sea la Dirección de las empresas la que más impregnada está por los supuestos normativos; y sorprendente que sea en la promoción de la salud donde predomina este nivel de conciencia.

Afortunadamente, tras el paradigma Normativo, los supuestos más extendidos en materia de SSL son los propios del paradigma Cultural. Especialmente relevante es que sea esta la 'mentalidad' que domina en la prevención, lo que acerca la exigencia establecida en el Reglamento de los Servicios de Prevención de integrar "*la prevención en el conjunto de actividades de la empresa*" (Art. 1).

Otro de los elementos que ayuda a determinar el potencial de salud de las empresas es el *tipo de salud* que priorizan. Como cabría esperar, la salud a la que se concede más importancia es a la económica (producir y servir con calidad, y alcanzar resultados). Ha ido calando la importancia de la salud ambiental. Sin embargo, lo más preocupante es que las 'saludes' individuales (las que tienen que ver con los trabajadores) son las menos relevantes. Ahora bien, el análisis del paquete de 'saludes' individuales (física, mental, emocional y espiritual) nos refleja el cambio que se está dando en la visión de la SSL. Hace unos años la salud a la que más importancia se le hubiera concedido era a la física; incluso hace menos tiempo, la mental hubiera sido la más relevante; sin embargo, ahora se concede más importancia a las 'saludes' espiritual y emocional, mostrando ese cambio de concepción.

El análisis del *grado de actividad preventiva y de promoción* de la salud indica que existe un desfase sustancial entre supuestos subyacentes y artefactos en materia de SSL; es decir, lo que se piensa no se corresponde con lo que se hace. Los ejemplos más claros de esta incongruencia se observan en: a) el hecho de que se entiende la SSL, principalmente, como el cumplimiento de la Ley y, sin embargo, alrededor de un 40% de las empresas incumple sus obligaciones preventivas; b) que casi ⅓ apenas realiza actividades preventivas; c) que apenas ¼ parte de las empresas realiza actividades de promoción de la salud. Por otro lado, predomina la actividad pasiva y reactiva, centrada en la prevención y motivada por la normativa, lo que se evidencia en que se actúa significativamente más para prevenir los riesgos que para promocionar la salud. La actividad de promoción empieza a introducirse en el ADN empresarial a través de la conciliación, y de la responsabilidad y la sostenibilidad.

Este conjunto de claros y oscuros se plasma en la *valoración* que se hace de lo saludable que son las organizaciones encuestadas, y en el *grado de satisfacción* que se tiene de la actividad preventiva y de promoción de la salud. El hecho de que en los tres casos las empresas obtenga un aprobado justo muestra que el potencial de salud de las organizaciones estudiadas es bajo. En su conjunto, la muestra podría ser clasificada como estratégica (puntuaciones medias en prevención y en promoción de la salud). Esto es esperanzador para el incipiente campo de la promoción de la salud: lo que se está haciendo no se mira con malos ojos. Pero es un lastre para el asentado campo de la prevención: si tras tantos años de actividad su valoración es aún la de un aprobado significa que la gestión preventiva no es la más adecuada.

El estudio pone de relieve tres grandes limitaciones en el desarrollo del potencial de salud de las organizaciones:

a) La mentalidad de la Dirección en materia de SSL. Los creadores y/o transmisores de la cultura organizativa se caracterizan por una visión Normativa, adoptando un rol de regulador más que de promotor de talento (dar instrucciones).

b) La imagen del trabajador saludable como un coste (aquel que sufre menos bajas) limita que se fomente su participación, pues se le caracteriza como sujeto pasivo y sin criterio.

c) El nivel de conciencia existente sobre la promoción de la salud, a la que se entiende como una norma para hacer el trabajo mejor. Esta consideración implica que lo que se está haciendo en este eje de la salud no está trasladando y/o aplicando de forma adecuada.

Teniendo en cuenta las actuales limitaciones metodológicas del estudio (estudio prospectivo en fase exploratoria, tamaño de la muestra, aproximación transversal, etc.), la respuesta a nuestra pregunta de investigación es que aún dista mucho para el tejido empresarial en la Comunidad Valenciana sea saludable. Si bien los supuestos subyacentes se han movido, el cambio de mentalidad que se observa es insuficiente para coadyuvar en la construcción de la sociedad futura que se pretende. Es importante reiterar que los datos muestran que las limitaciones están más en la acción que en la visión; esto es, parece que percibimos el camino pero, aún no lo tenemos interiorizado, ni sabemos cómo transitarlo.

AGRADECIMIENTOS

Este Proyecto está financiado por la Generalitat Valenciana (GV/2017/101).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araya, M.C. (2009). El miedo acecha y el consumo seduce. Dos caras del modelo psicológico dominante en tiempos de globalización. *Universitas Humanística*, 67, 55-79

Beck, U. (2002). *La sociedad del riesgo global*. Barcelona: Siglo XXI editors.

Carrión, J. (2007). *Organizaciones idiotas vs. Organizaciones inteligentes*. Madrid: Prentice Hall.

Centro de investigaciones sociológicas -CIS- (2009). *Barómetro de Diciembre de 2009*.

Centro de investigaciones sociológicas -CIS- (2012). *Barómetro de Enero de 2012*.

Comisión Europea (2013). *Europa 2020: la estrategia europea de crecimiento*. Bruselas: Unión Europea.

Delery, J. E. & Doty, D. H. (1996). Modes of theorizing in strategic human resource management: Tests of universalistic, contingency, and configurational performance predictions. *The Academy of Management Journal*, 39, 802–835.

Gimeno, M.A. (2012). El modelo emergente de la organización saludable: factores para su construcción y desarrollo evolutivo (Tesis Doctoral). Universitat Jaume I, Castellón, España. Web TDX: http://hdl.handle.net/10803/104157

Gimeno, M.A. (2016). Organizaciones saludables. Análisis de su 'emergencia' y de los desafíos inmediatos. En M.P. Grueso (coord.), *Organizaciones saludables y procesos organizacionales e individuales: comprensión y retos*. Universidad del Rosario, Colombia. DOI: http://dx.doi.org/10.12804/ta9789587387841

Gobierno de España (2018). *Plan de Acción para la implementación de la Agenda 2030. Hacia una estrategia española de desarrollo sostenible*. Gobierno de España.

Han, B. (2014). *En el enjambre*. Barcelona: Herder.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (2015). *Encuesta Nacional de Gestión de Riesgos Laborales en las Empresas. ESENER 2*. Madrid: INSHT.

Laloux, F. (2016). *Reinventar las organizaciones*. Barcelona: Arpa y Alfil Editores.

Lipovetsky, G. (2007). *La felicidad paradójica. Ensayo sobre la sociedad de hiperconsumo*. Barcelona: Ed. Anagrama.

Mintzberg, H. (1991). *Mintzberg y la Dirección*. Madrid: Díaz de Santos.

Morales, J. (2011). ¿Es posible acabar con la pobreza? *Miscelánea Comillas*, 69(135), 605-627

Murakami, T. & Nishiwaki, T. (1993). *Estrategias para la creacion*. México: Nomura Research Institute, Panorama.

Organización Mundial de la Salud -OMS- (2010). *Entornos Laborales Saludables: Fundamentos y Modelo de la OMS. Contextualización, Prácticas y Literatura de Apoyo*. Suiza: OMS.

Peters, T. (1995). *Nuevas organizaciones en tiempos de caos*. Ed. Deusto, Bilbao.

Pfeffer, J. (2018). *Dying for a Paycheck: How Modern Management Harms Employee Health and Company Performance—and What We Can Do About It* New York: HarperBusiness.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE n.º 27, de 31/01/1997.

Schein, E. (1992). *Organizational culture and leadership: A dynamic review*. San Francisco: Jossey-Bass.

Senge, P.M. (1992). *La Quinta Disciplina*. Barcelona: Granica.

Steelcase (2016). *Informe global de Steelcase. El compromiso y el espacio de trabajo global*. Disponible en: http://cdn2.hubspot.net/hubfs/1822507/2016-WPR/ES/SteelcaseSumGR_ES.pdf?...

Urreiztieta, M.T. (2004). La sociología interpretativa: globalización y vida cotidiana. *Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología*, 13(3), 457-470.

ENTORNOS DE TRABAJO SEGUROS Y SALUDABLES PARA PERSONAS CON ALTA PERCEPCIÓN (PAS)

RESUMEN / ABSTRACT

Las personas con alta percepción, o alta sensibilidad, denominadas PAS, representan entre un 15 y un 20% de la población (tanto hombres como mujeres) y se caracterizan porque su sistema neurosensorial es capaz de decodificar mayor información que el resto de personas y pueden verse más afectadas por un exceso de estímulos. Las PAS pueden sufrir en los entornos de trabajo por agentes físicos y ambientales a los que son muy sensibles, tales como el ruido, ventilación, temperatura, olores, vapores, iluminación, etc. Estas personas también pueden manifestar una mayor susceptibilidad a la afectación emocional, al cansancio y a la falta de sueño, a la sobrecarga de información, a los síntomas negativos del estrés y al no coincidir con la opinión general, sentirse diferentes e incomprendidas. En cualquier empresa es probable que haya un número significativo de PAS y en ciertas actividades (diseño, artes, atención a la dependencia, educación, sanidad, etc.) pueden suponer más de un tercio de la plantilla. En la aplicación propuesta, se combinan instrumentos básicos de detección, que proporcionan conocimiento de la característica y de la tipología PAS, con una metodología de análisis individualizado de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (DAFO). También se proponen, a partir del estudio de una muestra, las relaciones entre rasgos PAS y signos de susceptibilidad al estrés. La información obtenida supone una herramienta útil para la protección de la salud de estas personas, mediante una metodología de priorización de medidas correctoras y preventivas, para la adaptación de los entornos y procesos de trabajo a sus necesidades concretas.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Protección de la salud de las personas con característica de alta percepción
Metodología de identificación PAS, análisis DAFO y susceptibilidad a estrés
Adaptación de los entornos y procesos de trabajo para PAS

AUTORES / AUTHORS

Maria Garcies
Universitat de les Illes Balears (UIB)
mgarcies@imas.conselldemallorca.net

INTRODUCCIÓN

En este artículo se plantea la posibilidad que la aplicación del modelo d'Elaine Aron (1999) de personas con características de alta sensibilidad (de ahora en adelante, PAS), pueda resultar de interés y utilidad, tanto a nivel individual, como a nivel colectivo, para conseguir entornos de trabajo más seguros y saludables.

El modelo de personas con alta percepción o sensibilidad se basa en los supuestos que la población general cuenta con entre un 15 a 20% de personas que reaccionan más emocionalmente, que responden a los estímulos sensoriales en mayor intensidad, a la vez que decodifican mayor cantidad de información que el resto de personas. Las personas con característica PAS pueden verse afectadas en mayor medida ante un exceso de estímulos por agentes físicos y ambientales: ruido, corrientes de aire, frío, altas temperaturas, olores, alta o baja iluminación, reflejos y altos contrastes, etc. En cuanto a los factores psicosociales, el modelo PAS presupone una mayor probabilidad de estas personas a la sobrecarga de información, a las demandas simultáneas, a la fatiga por cansancio y falta de sueño y a la vulnerabilidad al estrés.

En sus relaciones personales en los entornos de trabajo, pueden originarse conflictos y sentimientos negativos de incomprensión o aislamiento del grupo, como cuando exponen sus demandas o sugerencias y la opinión general no las comprende, o las juzga como exageradas, o que carecen de valor. En este modelo se sugiere que las personas con característica PAS y el resto de personas a menudo perciben, interpretan y experimentan la misma situación de manera muy diferente.

En la información bibliográfica sobre característica PAS se expone que en cualquier empresa es probable que haya un número significativo de PAS y que en ciertas actividades (diseño, artes, atención a la dependencia, educación, sanidad, etc.) pueden suponer más de un tercio de la plantilla. Bajo este supuesto, aparece como primera utilidad para gestores de personal y de seguridad y salud laboral, añadir la información sobre en qué medida existe, o bien si no es significativa la característica PAS en la plantilla de personal. Esta información permite disponer de un mayor conocimiento sobre la diversidad de percepciones y reacciones del conjunto de personas ante los factores de riesgo en sus puestos de trabajo.

En este artículo se presenta, de manera simplificada y como aplicación preliminar, los aspectos más relevantes obtenidos después de ofrecer el instrumento básico de detección PAS a un colectivo de profesionales asistenciales en residencias públicas sociosanitarias. La motivación de este trabajo reside en la curiosidad sobre los resultados que se pueden obtener tras el recuento y cálculo de porcentajes de agrupación de la respuesta. Las preguntas que se formulan y que motivan esta aplicación son las siguientes:

- ¿Habrá personas con marcada característica PAS entre el colectivo?
- ¿Será un porcentaje mayor que el 15-20% estimado de la población general?
- ¿Habrá alguna característica concreta que destaque?
- ¿Predominarán variables que pudieran estar relacionadas con la práctica profesional?
- ¿Existirán características favorables y/o desfavorables al perfil del puesto de trabajo que pudieran ser tenidas en cuenta para un mejor liderazgo y bienestar de los equipos humanos?
- Aunque el test básico de detección PAS todavía no esté normalizado ¿puede aportar alguna información de interés y utilidad para la mejora de la seguridad, salud laboral y bienestar del personal?

En los próximos apartados se exponen los resultados obtenidos para dar respuesta, aunque sea sólo a título de detección preliminar, a la posible utilidad del uso del modelo PAS en entornos de trabajo. Si aparecen algún aspecto predominante o puntos de interés como indicios de mayor aplicabilidad del modelo, pueden motivarse estudios posteriores más rigurosos y en mayor profundidad, para obtener un modelo de cuestionario normalizado, de aplicación estandarizada en el marco de la prevención de riesgos laborales. Los resultados obtenidos junto a un breve análisis se presentan en el siguiente orden:

- Aplicación del modelo PAS al caso práctico
- Resultados obtenidos en cada ítem del test básico PAS
- Distribución de las respuestas afirmativas y observación de características destacables
- Ejemplo de interpretación de aspectos más favorables / desfavorables (con aplicabilidad del modelo DAFO o FODA) para el puesto de trabajo al que pertenece el colectivo.
- Clasificación de personas con alta probabilidad de característica global PAS
- Ítems de respuesta predominante del test PAS y contribución del subgrupo PAS a dichos ítems
- Ítems de respuesta predominante para el subgrupo PAS

METODOLOGÍA

Aplicación del modelo PAS al caso práctico

El test básico PAS de 22 preguntas d'Elaine Aron ha sido respondido voluntariamente por el 100% de las personas a quienes se ha ofrecido: un total de 167 profesionales asistenciales de residencias sociosanitarias públicas de Mallorca, en la comunidad autónoma Illes Balears, durante el año 2018 y primer trimestre de 2019. Las personas que han respondido representan las características del colectivo que actualmente trabaja en el área asistencial, al cuidado de personas ancianas dependientes: predominio (aproximadamente el 90%) del género femenino, con edades entre los 20 y 65 años, siendo mayoritaria la franja de edad de 35 a 55 años, pluralidad de nacionalidades de origen, puestos de trabajo con turnos rotatorios de mañana, tarde, noche y libranza, de lunes a domingo. La respuesta del test consiste simplemente en la afirmación o negación del mensaje expresado en cada uno de los 22 ítems, de acuerdo con lo que se siente predominante a nivel individual. En todo momento del proceso de obtención y análisis se garantiza el anonimato y confidencialidad de las respuestas.

RESULTADOS

1. Resultados obtenidos en cada ítem del test básico PAS

En la *Figura 1* se presentan los 22 ítems del test básico de Personas con Alta Sensiblidad (PAS) junto con el recuento simple de las respuestas afirmativas, negativas y sin respuesta ("NC"), expresado con el porcentaje sobre el total de 167 respuestas. Destaca el alto grado de respuesta general a todos los ítems del cuestionario: sólo en 2 de los 22 ítems se observa el máximo del 3% de falta de respuesta. De la lectura detallada de los 22 ítems se puede deducir, a criterio técnico, que reflejan aspectos más relacionables con las situaciones laborales y las relaciones personales que en estos entornos se establecen, mientras que otros aspectos tendrán mayor aplicabilidad y utilidad en el ámbito privado extralaboral.

Respuestas obtenidas al test básico de Persona con Alta Sensibilidad			
Valoración individual de la característica que predomina	SÍ	NO	NC
1. Tengo la sensación de ser consciente de cosas muy sutiles en mi entorno.	80,2%	16,8%	3,0%
2. Me afecta el comportamiento de los demás.	70,7%	28,7%	0,6%
3. Suelo ser muy sensible al dolor.	34,1%	65,3%	0,6%
4. En los días ajetreados, suelo tener necesidad de retirarme, de echarme en la cama, buscar una habitación en penumbra o cualquier otro lugar donde pueda encontrar algo de tranquilidad y alivio frente a la estimulación.	28,1%	71,9%	0,0%
5. Soy particularmente sensible a los efectos de la cafeína.	21,6%	77,8%	0,6%
6. Me abruman fácilmente las cosas como las luces brillantes, los olores fuertes, los tejidos bastos o las sirenas de policía o ambulancias.	18,6%	81,4%	0,0%
7. Tengo una vida interior rica y compleja	83,2%	16,2%	0,6%
8. Los ruidos fuertes me hacen sentir incómodo/a.	52,7%	46,7%	0,6%
9. Me conmueven profundamente las artes o la música.	64,1%	35,9%	0,0%
10. Soy muy concienzudo/a.	87,4%	12,6%	0,0%
11. Me asusto con facilidad.	19,2%	80,8%	0,0%
12. Me agobio cuando tengo muchas cosas que hacer en poco tiempo.	49,1%	50,9%	0,0%
13. Cuando alguien se siente a disgusto en un entorno físico, suelo saber lo que hay que hacer para hacerle sentir más cómodo (p.ej. cambiar la luz o los asientos).	90,4%	9,0%	0,6%
14. Me molesta que los demás pretendan que haga demasiadas cosas a la vez.	58,7%	40,1%	1,2%
15. Me esfuerzo mucho por no cometer errores u olvidarme de algo.	91,0%	7,8%	1,2%
16. Suelo evitar las películas violentas y los *shows* televisivos.	49,1%	49,7%	1,2%
17. Me resulta desagradable la activación que me provoca el ajetreo a mi alrededor.	33,5%	65,3%	1,2%
18. Los cambios en la vida me conmocionan.	42,5%	55,1%	2,4%
19. Suelo percibir y disfrutar de las buenas esencias, sabores, sonidos y obras de arte.	94,6%	4,2%	1,2%
20. Para mí, tiene mucha importancia disponer mi vida de modo que pueda evitarme situaciones perturbadoras o abrumadoras.	86,8%	12,0%	1,2%
21. Cuando tengo que competir o ser observado en la ejecución de una tarea, me pongo tan nervioso/a e inseguro/a que termino haciéndolo peor de lo que podría hacerlo.	35,9%	61,1%	3,0%

2. Distribución de las respuestas afirmativas y observación de características destacables

Para una mejor observación de las características relevantes de acuerdo con las respuestas realizadas, en la Figura 2 se ordenan los diferentes ítems del test básico PAS de mayor a menor incidencia de respuesta afirmativa. Los ítems se abrevian y el texto completo puede consultarse en la anterior Figura 1.

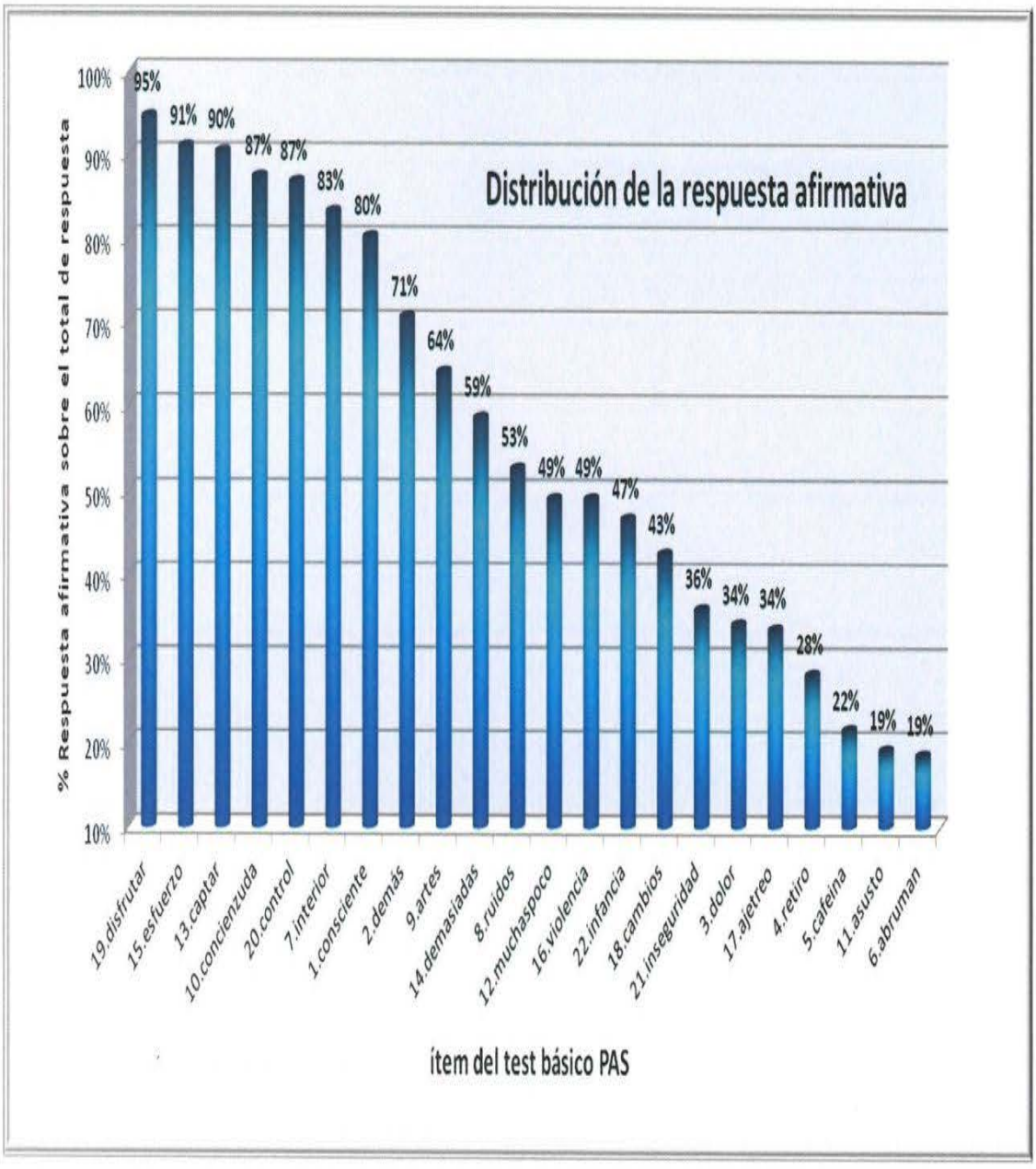

Distribución de la respuesta afirmativa
% Respuesta afirmativa sobre el total de respuesta
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
95%
91%
90%
87%
87%
83%
80%
71%
64%
59%
53%
49%
49%
47%
43%
36%
34%
34%
28%
22%
19%
19%
19.disfrutar
15.esfuerzo
13.captar
10.concienzuda
20.control
7.interior
1.consciente
2.demás
9.artes
14.demasiadas
8.ruidos
12.muchaspoco
16.violencia
22.infancia
18.cambios
21.inseguridad
3.dolor
17.ajetreo
4.retiro
5.cafeina
11.asusto
6.abruman
ítem del test básico PAS

FIGURA 2

El recuento de resultados muestra importantes agrupaciones de respuesta afirmativa. Destacan 7 ítems en los que coincide más del 80% del colectivo, llegando incluso a valores del 95% sobre el total de respuesta. Estos 7 ítems predominantes son los siguientes:

- *Suelo percibir y disfrutar de las buenas esencias, sabores, sonidos y obras de arte. [ítem #19, 95% del total de personas]*
- *Me esfuerzo mucho por no cometer errores u olvidarme de algo. [ítem #15, 91% del total]*
- *Cuando alguien se siente a disgusto en un entorno físico, suelo saber lo que hay que hacer para hacerle sentir más cómodo (como cambiar la luz o los asientos). [ítem #13, 90% del total]*
- *Soy muy concienzudo/a. [ítem #10, 87% del total]*
- *Para mí tiene mucha importancia disponer mi vida de modo que pueda evitarme situaciones perturbadoras o abrumadoras. [ítem #20, 87% del total]*
- *Tengo una vida interior rica y compleja [ítem #7, 83% del total]*
- *Tengo la sensación de ser consciente de cosas muy sutiles en mi entorno. [ítem #1, 80% del total]*

Tras los 7 ítems claramente predominantes podría considerarse un segundo grupo, formado por las respuestas afirmativas en la franja media sobre el total de respuesta, situable del 45% hasta el 71%. En este grupo medio se situan, en orden decreciente, los ítems 2, 9, 14, 8, 12, 16, 22, 18. También se observa un tercer grupo de agrupación de respuesta alrededor de un tercio de respuesta afirmativa sobre el total de respuesta, que contiene los ítems 21, 3, 17 y 4. Finalmente, se observa el cuarto grupo, con el valor mínimo de respuesta, que supone un 20% aproximadamente de respuesta afirmativa, para los siguientes aspectos:

- *Soy particularmente sensible a los efectos de la cafeína. [ítem #5, 22% del total de personas]*
- *Me asusto con facilidad. [ítem #11, 19% del total]*
- *Me abruman fácilmente las cosas como las luces brillantes, los olores fuertes, etc. [ítem #6, 19% del total]*

Es remarcable el hecho que no se observen ítems con respuesta afirmativa inferior al 19% del total del colectivo. A *priori* podrían esperarse valores mínimos inferiores al 19% en algún aspecto del test.

3. Ejemplo de interpretación de aspectos más favorables / desfavorables (con aplicabilidad del concepto DAFO o FODA) para el puesto de trabajo al que pertenece el colectivo.

El test básico PAS y la agrupación obtenida de las respuestas podría contener información de utilidad, no solamente para la característica de alta sensibilidad, sino también de acuerdo con el conocido diagrama de Debilidades-Amenazas-Fortalezas-Oportunidades (DAFO o FODA, ver referencia electrónica), aplicado al puesto de trabajo al que pertenece el colectivo. Esta aplicación podría orientar intervenciones estratégicas de liderazgo individual y colectivo, para la mejora de factores de riesgo en los puestos de trabajo, como base de un mayor bienestar laboral.

En la Figura 3 se sugiere, como un mero ejemplo de aplicabilidad, una clasificación a criterio técnico, de los ítems relacionables con exigencias intrínsecas del puesto de trabajo. Para el caso estudio, personal asistencial de residencias sociosanitarias públicas, los ítems más favorables serían aquellos relacionados con los aspectos de atención y el cuidado de personas dependientes, en sus rutinas diarias, anticipando sus necesidades y manteniendo autocontrol emocional ante situaciones complicadas, trabajando a turnos, en jornadas con ritmos intensos y desiguales, resolviendo imprevistos, organizando y coordinando en equipo las tareas que deben llevarse a cabo, etc.

Ejemplo de interpretación de los ítems del test PAS aplicada a las exigencias del puesto de trabajo de personal asistencial en residencias sociosanitarias	
Valoración de la característica individual como favorable ***(F)****, desfavorable (D) o neutra (-)*	
1. Tengo la sensación de ser consciente de cosas muy sutiles en mi entorno.	**F**
2. Me afecta el comportamiento de los demás.	D
3. Suelo ser muy sensible al dolor.	**-**
4. En los días ajetreados, suelo tener necesidad de retirarme, de echarme en la cama, buscar una habitación en penumbra o cualquier otro lugar donde pueda encontrar algo de tranquilidad y alivio frente a la estimulación.	D
5. Soy particularmente sensible a los efectos de la cafeína.	**-**
6. Me abruman fácilmente las cosas como las luces brillantes, los olores fuertes, los tejidos bastos o las sirenas de policía o ambulancias.	**-**
7. Tengo una vida interior rica y compleja	**-**
8. Los ruidos fuertes me hacen sentir incómodo/a.	D
9. Me conmueven profundamente las artes o la música.	**-**
10. Soy muy concienzudo/a.	**F**
11. Me asusto con facilidad.	D
12. Me agobio cuando tengo muchas cosas que hacer en poco tiempo.	D
13. Cuando alguien se siente a disgusto en un entorno físico, suelo saber lo que hay que hacer para hacerle sentir más cómodo (p.ej. cambiar la luz o los asientos).	**F**
14. Me molesta que los demás pretendan que haga demasiadas cosas a la vez.	D
15. Me esfuerzo mucho por no cometer errores u olvidarme de algo.	**F**
16. Suelo evitar las películas violentas y los *shows* televisivos.	**-**
17. Me resulta desagradable la activación que me provoca el ajetreo a mi alrededor.	D
18. Los cambios en la vida me conmocionan.	D
19. Suelo percibir y disfrutar de las buenas esencias, sabores, sonidos y obras de arte.	**-**
20. Para mí, tiene mucha importancia disponer mi vida de modo que pueda evitarme situaciones perturbadoras o abrumadoras.	**F**
21. Cuando tengo que competir o ser observado en la ejecución de una tarea, me pongo tan nervioso/a e inseguro/a que termino haciéndolo peor de lo que podría hacerlo.	D
22. Cuando era niño/a, mis padres o mis profesores me solían ver como una persona sensible o tímida.	**-**

FIGURA 3

Esta clasificación podría ser de utilidad si se realiza para el perfil del puesto de trabajo, con el objetivo de intervención positiva y constructiva, en aplicación de las estrategias de mejora DAFO. La clasificación resultaría significativamente diferente según las características concretas y exigencias de cada desempeño profesional. Por ejemplo: en una atención comercial directa, o en una actividad que se desarrolla delante de clientes sería interpretable como una debilidad el ítem #21 “cuando tengo que se observado en la ejecución de una tarea […] termino haciéndolo peor de lo que podría hacerlo”. En cambio, para estos puestos sería interpretable como una fortaleza el ítem #13 “cuando alguien se siente a disgusto en su entorno físico suelo saber lo que hay que hacer para hacer sentir más comodo”. Tanto las fortalezas como las debilidades son abordables mediante técnicas concretas, para potenciar los aspectos favorables y atenuar los aspectos desfavorables, con el objetivo de la mejora contínua profesional.

4. Clasificación de personas con alta probabilidad de característica global PAS

De acuerdo con el modelo y aplicación individual del test básico de Personas Altamente Sensibles (PAS) es posible realizar una estimación de la probabilidad en dos niveles, alta o baja, de presentar características globales de alta sensibilidad. Esta clasificación se realiza a partir del recuento individual de respuestas positivas: a partir de 15 respuestas afirmativas, la probabilidad se considera alta según el modelo. En la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos para ambos niveles de probabilidad.

Clasificación de la respuesta al test básico de PAS		
Menos de 15 respuestas afirmativas	120 personas 71,9% del total	Baja probabilidad
15 o más respuestas afirmativas	47 personas 28,1% del total	Alta probabilidad

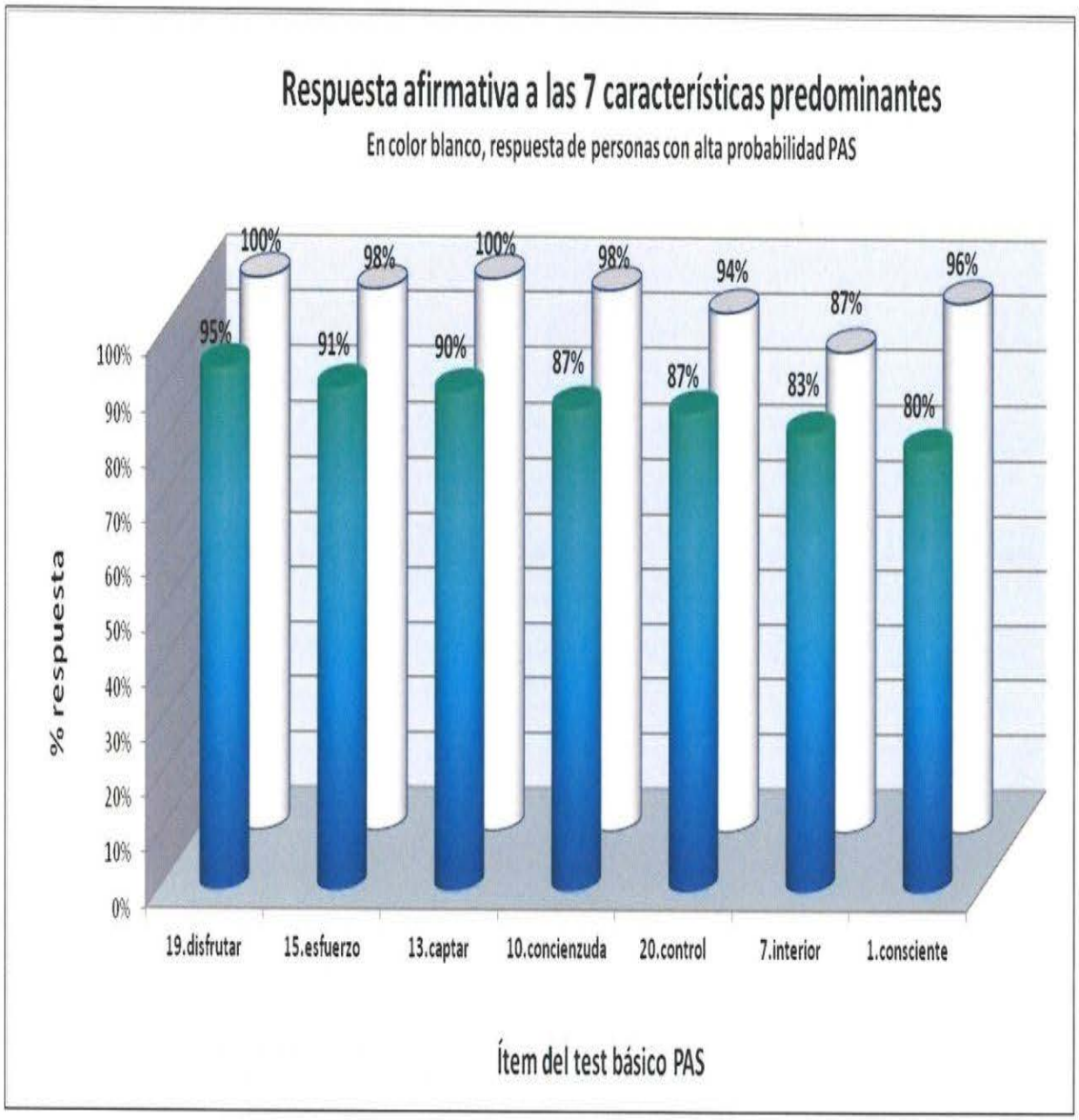
FIGURA 4

Dentro del subgrupo de personas con alta probabilidad de rasgo PAS, se pueden observar personas que han respondido afirmativamente a más del 80% de las respuestas del cuestionario (18 o más afirmaciones de las 22 preguntas): el porcentaje es del 9,6% del total de personas.

5. Ítems de respuesta predominante del test PAS y contribución del subgrupo PAS a dichos ítems

Tal como aparecía en la anterior Figura 2, el colectivo ha presentado unos aspectos predominantes, al coincidir la respuesta afirmativa en el 80% o valor superior, hasta alcanzar el 95% en el caso del ítem #19 (“Suelo percibir y disfrutar de las buenas esencias, sabores, sonidos y obras de arte”).

En este apartado, se calcula para estas 7 características predominantes del colectivo, qué porcentaje de respuesta afirmativa ha dado el subgrupo de personas que presentan alta probabilidad de característica global PAS. En la Figura 5 aparece en primer plano la serie de respuesta afirmativa del colectivo y en segundo plano, en color blanco, las respuestas afirmativas correspondientes al subrupo “PAS”.



[ítem 19] Suelo percibir y disfrutar de las buenas esencias, sabores, sonidos y obras de arte. [ítem 15] Me esfuerzo mucho por no cometer errores u olvidarme de algo. [ítem 13] Cuando alguien se siente a disgusto en un entorno físico, suelo saber lo que hay que hacer para hacerle sentir más cómodo. [ítem 10] Soy muy concienzudo/a. [ítem 20] Para mí tiene mucha importancia disponer mi vida de modo que pueda evitarme situaciones perturbadoras o abrumadoras. [ítem 7] Tengo una vida interior rica y compleja [ítem 1] Tengo la sensación de ser consciente de cosas muy sutiles en mi entorno.

FIGURA 5

Según los cálculos del apartado 4, el subgrupo “PAS” representa el 28,1% del colectivo, es decir, un valor significativo. Por ello sería de utilidad observar en primer lugar los aspectos en los que hay una muy alta concentración de respuesta, incluso unanimidad: el 100% de respuesta afirmativa en los ítems #19 y #13; el 98% en los ítems #15 y #10; el 96% en el ítem #1. En todas las 7 características predominantes del colectivo, el subgrupo “PAS” también predomina y con valores de respuesta mayores que para todo el conjunto.

6. Ítems de respuesta predominante para el subgrupo PAS

El análisis de los resultados del apartado anterior genera la pregunta sobre si los aspectos predominantes para el subgrupo “PAS” son exactamente los mismos que para el colectivo. También puede preguntarse sobre qué contribución realiza este 28% aproximadamente de personas “PAS” sobre la respuesta total. Para responder estas cuestiones se realizan los recuentos de respuesta afirmativa a cada ítem, por separado, para las personas con alta probabilidad “PAS”. En aplicación del mismo criterio de valor predominante a partir del 80%, aparecen 12 ítems. En la Figura 6 se tabulan los resultados obtenidos, ordenados de mayor a menor incidencia de respuesta positiva, para el subgrupo “PAS”, junto con el cálculo del porcentaje que representa cada respuesta del subgrupo PAS en el total de respuesta.

Ítems del test básico PAS con respuesta afirmativa superior al 80% para el subgrupo PAS		
Ordenadas de mayor a menor incidencia **según la respuesta afirmativa del** subgrupo PAS	% respuesta afirmativa del subgrupo PAS	% afirmativa PAS sobre respuesta afirmativa total
13. Cuando alguien se siente a disgusto en un entorno físico, suelo saber lo que hay que hacer para hacerle sentir más cómodo.	100%	31,1%
19. Suelo percibir y disfrutar de las buenas esencias, sabores, sonidos y obras de arte.	100%	29,7%
15. Me esfuerzo mucho por no cometer errores u olvidarme de algo.	97,9%	30,3%
10. Soy muy concienzudo/a.	97,9%	31,5%
2. Me afecta el comportamiento de los demás.	97,9%	39,0%
1. Tengo la sensación de ser consciente de cosas muy sutiles en mi entorno.	95,7%	33,6%
20. Para mí, tiene mucha importancia disponer mi vida de modo que pueda evitarme situaciones perturbadoras o abrumadoras.	93,6%	30,3%
8. Los ruidos fuertes me hacen sentir incómodo/a.	91,5%	48,9%
7. Tengo una vida interior rica y compleja	87,2%	29,5%
9. Me conmueven profundamente las artes o la música.	83,0%	36,4%
16. Suelo evitar las películas violentas y los *shows* televisivos.	83,0%	47,6%
14. Me molesta que los demás pretendan que haga demasiadas cosas a la vez.	83,0%	39,8%

FIGURA 6

Es destacable la coincidencia y/o alta concentración de respuesta positiva a estos 12 ítems de los 22 ítems que contiene el test básico PAS. En relación a la contribución del subgrupo "PAS" a la respuesta afirmativa total, cabe remarcar que oscila alrededor del 30% (sería esperable si el subgrupo "PAS" se ha calculado en un 28% del total) excepto en el ítem #2 ("Me afecta el comportamiento de los demás") con un 39%; en el ítem #8 ("Los ruidos fuertes me hacen sentir incómodo/a") con un 48,9%; en el ítem #16 ("Suelo evitar las películas violentas y los shows televisivos"), con un 47,6% y en el ítem #14 ("Me molesta que los demás pretendan que haga demasiadas cosas a la vez"), con un 39,8% de contribución a la respuesta afirmativa total.

CONCLUSIONES

En los apartados anteriores se han presentado los resultados obtenidos en este sencillo estudio, de aplicación del test básico de Personas Altamente Sensibles (PAS) a un colectivo profesional homogéneo vinculado al cuidado de personas dependientes, concretamente, al colectivo asistencial en residencias sociosanitarias, de titularidad pública. Se han explorado aspectos destacables que puede ofrecer la aplicación de este cuestionario: qué información interesante y útil puede aflorar cuando ofrecemos al personal que respondan sobre estas cuestiones.

Sobre la utilidad de la información obtenida: En la motivación del trabajo se planteaban preguntas que a modo de conclusión pueden ser respondidas con los resultados obtenidos en esta primera aplicación básica del modelo PAS:

- *¿Habrá personas con marcadas características PAS, según el modelo, entre el colectivo?* Sí. Han aparecido agrupaciones signicativas de respuesta en 7 ítems y se ha observado un porcentaje significativo de personas con alta probabilidad de característica global PAS
- *¿Será un porcentaje mayor que el 15-20% estimado de la población general?* En el colectivo al cual se ha aplicado ha supuesto un 28%
- *¿Habrá alguna característica que destaque?* Para el colectivo, han destacado 7 sobre el total de 22 ítems y en el caso del subgrupo "PAS" han destacado 12.
- *¿Predominarán variables que pudieran estar relacionadas con la práctica profesional?* Efectivamente. Ha aparecido una concentración de respuesta afirmativa en características que pueden interpretarse como favorables para el caso de estudio.
- *¿Existirán características favorables y/o desfavorables al perfil del puesto de trabajo que pudieran ser tenidas en cuenta para un mejor liderazgo y bienestar de los equipos humanos?* Se ha observado una distribución de respuesta suficientemente relevante en ciertos aspectos para poder ser analizada y usada en diseñar medidas concretas.

En el caso práctico han aparecido por tanto, aspectos predominantes y puntos de interés como indicios de mayor aplicabilidad del modelo. Desde el punto de vista técnico, parecería fundamentada la utilidad de esta información y podrían motivarse estudios en mayor profundidad, para obtener un modelo de cuestionario de características PAS normalizado, de aplicación estandarizada en el marco de la prevención de riesgos laborales. Sería interesante plantear estas cuestiones en profesionales sanitarios y asistenciales, docentes, servicios sociales, comerciales, etc, aunque su utilidad podría tener un carácter más amplio, incluyendo cualquier tipo de actividad empresarial.

Sobre la utilidad de la información para orientar propuestas de medidas preventivas y/o acciones de mejora: Los aspectos predominantes, incluidos los aspectos en los que se expresa unanimidad, proporcionan información de interés para la propuesta e implantación de medidas colectivas. En las referencias sobre análisis DAFO-FODA y sobre las características del modelo PAS (Aron, 1999; Zegers, 2012) aparecen numerosas medidas que pueden aplicarse, de acuerdo a la actividad profesional que desarrollan y adecuada a las circunstancias concretas de los equipos de trabajo. En el ámbito individual, de gran importancia en el modelo PAS, además de las referencias citadas anteriormente, puede ser útil ofrecer, a quien exprese su interés, los ejercicios de bienestar en el trabajo (Couchaere, 2011) y de compensación (Jericó,2017). En el caso de manifestarse estados de salud alterados, podrá resultar de utilidad la respuesta al Test de Salud Total (NTP 421) y solicitar atención especializada en el Servicio de Medicina del Trabajo.

En definitiva y a la vista de los resultados obtenidos en la aplicación práctica, esta información puede ser importante para las personas que trabajan y las personas que organizan y lideran los equipos de trabajo. Ignorar dicha información supondría dejar escapar una oportunidad de interpretar mejor las situaciones y relaciones personales en los centros de trabajo. El manejo de esta información desde el punto de vista preventivo, atendiendo a los aspectos que claramente predominen en cada aplicación concreta, podrá orientar las medidas correctoras y áreas de mejora, con el objetivo final de obtener entornos de trabajo más seguros y saludables.

AGRADECIMIENTOS

A Elaine Aron y a Karina Zegers de Beijl, por difundir conocimiento y contribuir al bienestar de muchas personas. A Pere Deyà y a Francesca Garcias, por su confianza y apoyo. Al gran equipo de profesionales con el que trabajo. A las personas saludables y felices con las que comparto vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Análisis FODA o DAFO. Recuperado 01.04.2019 de https://foda-dafo.com/

Aron, Elaine N. (1999) *The Highly Sensitive Person*. HarperCollins Pub. ISBN 978-07-2253-896-8, traducido al español con el título *El don de la sensibilidad* (2006) Ediciones Obelisco ISBN 978-84-9777-264-8

Couchaere, M.J. (2011) *Cuaderno de ejercicios para estar a gusto en el trabajo*. Malinka Libros. IBN 978-84-15322-02-3

Fidalgo Vega, M, y Pérez Bilbao, J. (1996). *NTP 421: Test de salud total de Langner-Amiel: su aplicación en el contexto laboral.* Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Jericó, P. (19 de noviembre de 2017) Qué puedes hacer para convertir una debilidad en una ventaja: la técnica del contrapeso. Laboratorio de felicidad. *El País.* Recuperado el 01.04.2019 https://elpais.com/elpais/2017/11/09/laboratorio_de_felicidad/1510215394_830817.html

Test básico PAS. Recuperado 01.04.2019 de https://www.personasaltamentesensibles.com/test-de-sensibilidad/

Zegers de Beijl, Karina (2012) *La alta sensibilidad* ISBN 978-84-615-9691-1

Políticas públicas y promoción de la salud en el trabajo: Colombia 1993 - 2018

RESUMEN / ABSTRACT

La estrategia de Promoción de la Salud en el Trabajo (PST) ofrece importantes alternativas frente a las problemáticas de salud en el mundo. Según la Red Europea de Promoción de la Salud en el Trabajo, esta estrategia se refiere a: “aunar los esfuerzos de los empresarios, los trabajadores y la sociedad para mejorar la salud y el bienestar de las personas en el lugar de trabajo”. Con esta ponencia se presenta un balance de las políticas públicas formuladas en Colombia en los últimos 25 años en relación con la PST. Las evidencias permiten concluir que existen importantes logros pero también falencias. Hay un creciente desarrollo legislativo nacional y existen experiencias considerables a nivel de gestión de los gobiernos locales, empresarios y trabajadores. No obstante, persisten problemas en todo el sistema, en especial en las formas de priorización, focalización y coordinación. Aún hay un notorio énfasis en el desarrollo de habilidades y responsabilidades individuales, centradas básicamente en la prevención y atención de enfermedades y accidentes relacionados con el trabajo. La PST aún no tiene un espacio propio en la agenda ni suficiente estructura institucional, ni reconocimiento cultural para ser considerada en Colombia como un asunto prioritario. Es necesario fortalecer el liderazgo, la cultura, la participación y el compromiso de todos los actores: a nivel intersectorial entre el sistema de salud, el sistema de riesgos laborales, gremios, empresarios y los propios trabajadores e instancias de gobierno nacional, regional y local.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Promoción de la salud en el trabajo
Gestión de los gobiernos locales, empresarios y trabajadores
Liderazgo, la cultura, la participación y el compromiso de los actores

AUTORES / AUTHORS

Luzetty Chaves Bazzani
Universidad Militar Nueva Granada
lcbazzani@unal.edu.co
Jorge Eliécer Fernández Rubio
Escuela Superior de Administración Pública
jefr2010@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La promoción de la salud de acuerdo a Nutbeam (1998) es un "proceso político y social global que abarca no solamente las acciones orientadas directamente a fortalecer las habilidades y capacidades de los individuos, sino también las dirigidas a modificar las condiciones sociales, ambientales y económicas, con el fin de mitigar su impacto en la salud pública e individual". El autor señala que es un propósito que permitiría a las personas incrementar su control sobre los determinantes de la salud y de ésta manera mejorar su salud.

Con los planteamientos formulados en la Carta de Ottawa (1986) en la Primera Conferencia Internacional sobre la Promoción de la Salud, se establecieron bases para su conceptualización y práctica. En éste documento se plantean como ejes de la promoción de la salud: la elaboración de una política pública sana, la creación de ambientes favorables, el reforzamiento de acción comunitaria, el desarrollo de las aptitudes personales y la reorientación de los servicios sanitarios. Se enfatiza en la salud como un concepto positivo que no concierne de manera exclusiva al sector de la salud. Las conferencias de promoción de la salud que se han realizado a partir de ese entonces, han hecho énfasis en la importancia de las alianzas intersectoriales y han insistido en que los entornos sociales y de ambiente físico son factores que potencian la salud, siendo necesario un abordaje desde los determinantes de la salud.

La promoción de la salud en el trabajo (en adelante PST) es definida por la Organización Panamericana de la Salud como "la realización de una serie de políticas y actividades en los lugares de trabajo, diseñadas para ayudar a los empleadores y trabajadores en todos los niveles, a aumentar el control sobre su salud y a mejorarla, favoreciendo la productividad y competitividad de las empresas y contribuyendo al desarrollo económico y social de los países" (OPS,2000).

Eslava (2006) señala que las diversas definiciones propuestas en el mundo, caracterizan a la promoción de la salud en tres sentidos. En primer lugar como orientación de política internacional para intervenir sobre el entorno y modificar estilos de vida. En segundo lugar, como conjunto de acciones y procesos para que las comunidades y los individuos estén en condiciones de ejercer más control sobre los determinantes de la salud. Y finalmente, como dimensión que toma como eje la salud en un sentido positivo con el fin de mantener las condiciones de salud y garantizar condiciones de bienestar.

La promoción de la salud se relaciona con la adopción de hábitos saludables (actividad física y alimentación saludable, entre otros aspectos) y fomento de ambientes saludables. En el mundo cada año mueren aproximadamente 38 millones de personas por causa de enfermedades crónicas (Riley et al. 2016) tales como afecciones cardiovasculares, pulmonares, cáncer y diabetes, enfermedades que podrían disminuir su prevalencia con la implementación de las acciones y disposición de recursos desde procesos de promoción de la salud. Esta situación evidencia la necesidad de generar alternativas que favorezcan la capacidad de los individuos para cuidar su propia salud, a través de los lugares de trabajo.

La creación de la Red Europea de Promoción de la Salud en el Trabajo en la década de los 90, fue un hito en desarrollo global de políticas y acciones tendientes a destacar y fortalecer la promoción de la salud ya propiamente en los entornos laborales. Con la publicación de la Declaración de Luxemburgo en 1997, se resalta la necesidad de "mejorar la organización y las condiciones de trabajo, promover la participación activa y fomentar el desarrollo individual con el fin de mejorar la salud y el bienestar de las personas en el lugar de trabajo" (ENWHP, 1997). Como consecuencia de estos desarrollos y considerando las características regionales propias, se promulga en el año 2000 el documento Estrategia de Promoción de la salud en los lugares de trabajo para América Latina y el Caribe (OMS, OPS 2000). Estos planteamientos (entre otros lineamientos y recomendaciones de organismos internacionales) al ser acogidos y llevados a políticas públicas nacionales, contribuirían sustancialmente a la mejora en las condiciones de salud de las poblaciones, entendiendo, desde una perspectiva sistémica, que las políticas públicas atraviesan una dimensión temporal que permite ver al "estado en movimiento" (Höfling, 2001)

La idea central en este documento es que el conjunto de las políticas públicas de seguridad y salud en trabajo en Colombia, contemplan elementos propios de la denominada Promoción de la Salud en el trabajo generados a partir de los lineamientos internacionales, pero no se evidencian resultados desde una perspectiva potenciadora de la salud, sino más orientados hacia la prevención de enfermedades, accidentes y control de factores de riesgo.

METODOLOGÍA

Revisión de la concordancia entre los acuerdos internacionales con las normas legales, los planes y los proyectos en los niveles de gobierno nacional, departamental y municipal; contraste de los despliegues tecnológicos y de los dispositivos de coordinación, monitoreo y seguimiento con los enunciados de las políticas públicas; interpretación de los recursos y metodologías estadísticas y de los resultados de los indicadores de los índices de la PST y análisis de los conceptos de "promoción de la salud", desde diferentes perspectivas.

RESULTADOS

En el año 1991 en Colombia con la reforma de la Constitución política, se introduce el derecho a la seguridad social. Esto lleva a la expedición de la Ley 100 de 1993 con la cual se crea el Sistema General de Seguridad social, que incluye los sistemas de pensiones, salud y riesgos laborales. A partir de allí se comenzaron a generar leyes, decretos y resoluciones. El *Decreto Ley 1295 de 1994 que incluye un capítulo denominado "Prevención y promoción de riesgos profesionales", se orienta a "garantizar la seguridad y prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales", y defiende las sanciones en caso de incumplimiento (Ministerio de Trabajo, 1994).*

En el año 2001 inicia el proceso de formulación de la Política pública que introduce el concepto de protección en el mundo del trabajo en Colombia. Su consolidación se logra luego de la implementación de tres planes nacionales:

- Plan Nacional de Salud Ocupacional, 2003 – 2007, introdujo el énfasis de formación de una cultura de la seguridad y de la salud en el trabajo. Priorizó los procesos de enseñanza-aprendizaje acerca del autocuidado, la promoción de la salud a través del proceso educativo de los trabajadores. Son importantes las metas de formación incluidas en la red de formación para el trabajo en especial para los programas de formación tecnológica, por ejemplo, programa de bienestar al aprendiz incluye medidas multidimensionales que garanticen el bienestar integral de los aprendices en los lugares de trabajo donde aprenden (SENA, 2019).

- Plan Nacional de Salud Ocupacional, 2008-2012, fortaleció "la promoción de la salud de los trabajadores y la prevención de los riesgos para disminuir la frecuencia y severidad de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales" (Ministerio de la Protección Social, 2009). AL respecto, la Ley 1562 de 2012 hizo mención al Fortalecimiento de la prevención de los riesgos laborales en las micro y pequeñas empresas en el país. Se señaló que las Administradoras de Riesgos laborales "fortalecerán las actividades de promoción y prevención en las micro y pequeñas empresas que presentan alta siniestralidad o están clasificadas como de alto riesgo" (Ministerio de Trabajo, 2012).

- Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2013 – 2021. Su implementación previó los ejes de la Política pública para la Protección de la Salud en el mundo del Trabajo del año 2001 y su articulación con el Plan Decenal de Salud Pública en la dimensión "Salud y Ámbito laboral". En el año 2017 se realizó seguimiento a dicho plan. El Ministerio de trabajo destacó entre otros aspectos, el cumplimiento de los actores involucrados; la expedición y actualización de normas; un aumento en el desarrollo de campañas y estrategias de divulgación, educación, capacitación, sensibilización (videos, afiches, cartillas, cuñas radiales, etc.) dirigidas a promover la salud y prevenir accidentes de trabajo y enfermedades laborales; la elaboración de apoyos para la implementación de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo y el fortalecimiento a los comités seccionales y locales de salud en el trabajo. (Ministerio de Trabajo, 2017).

Los indicadores que se emplean en Colombia en lo referente al Sistema de Riesgos Laborales, son: las tasas de accidentalidad, enfermedad laboral y mortalidad. Existe información estadística de estos indicadores, que se genera anualmente, correspondiente a los trabajadores afiliados al sistema de riesgos laborales, quienes a 2017 correspondían a un 43,22% del total de la población ocupada en Colombia, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2018).

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En Colombia el uso de la expresión “promoción y prevención” ha llevado a menospreciar la importancia de la promoción de la salud o a refrenar sus potencialidades”, de acuerdo a lo planteado por Eslava-Castañeda (2006). En este mismo sentido, Muñoz y Castro, 2010 señalan que hay un tratamiento indistinto de términos como prevención de riesgos, fomento de la salud, salud ocupacional, salud y seguridad en el trabajo, que son asumidos como sinónimos Este hecho puede afectar, por ejemplo, la aplicación de programas estructurados con despliegues tecnológicos que priorizan áreas de rentabilidad de los mercados con el usos de estandares y prácticas de calidad homogeneas, pero descuidan la promoción de hábitos, costumbres y expresiones culturales diversas que beneficien a los trabajadores como las prácticas de cuidado mutuo en grupos de trabajo con de rutinas saludables, modos de resolver los problemas y de produccción de soluciones técnicas.

A partir de los resultados, se observa que la normatividad en Colombia ha venido incorporando elementos relacionados con el desarrollo de la PST y comienza a evidenciar la necesidad de fortalecer la articulación intersectorial orientada a este fin.

A partir de la expedición del Código Sanitario Nacional (1979), se reconoció la importancia de promover la salud de los trabajadores como un asunto de interés nacional Y como una condición fundamental para el desarrollo de las persona, las empresas y el gobierno. La legislación en Colombia ha introducido paulatinamente las directrices y lineamientos de orden internacional en torno a la temática. Sin embargo la falta de claridad conceptual se ha relacionado en muchos casos con el hecho de limitar la PST a actividades de capacitación o relacionarla de manera exclusiva con acciones de prevención. Las normas expresan la intensión en el planteamiento de políticas y objetivos, se presentan y priorizan programas de “promoción y prevención”, se establecen responsables, fuentes de financiación y sanciones, pero en general no se hace referencia a los procedimientos específicos a ser desarrollados y predomina un énfasis en prevención de enfermedades y control de factores de riesgo.

Esta debilidad crea un espacio para la apropiación de los principios de la promoción de la salud propuestos en la Carta de Ottawa, y en el caso particular de la PST, en la Declaración de Luxemburgo, en donde se resalte la importancia de un enfoque promocional más que de enfermedad y riesgo.

Otro desafío que tiene el uso de los conceptos es su incidencia en los procesos de formulación, implementación y evaluación de las políticas públicas. La semántica de la coordinación entre formulación, implementación y evaluación de las políticas públicas pone en evidencia un mundo en crisis, el de las palabras y sus sentidos (García, 2014, Deubel, 2008 y Geyer, 2010). Las mismas leyes incorporan contradicciones, propician omisiones y generan duplicidades con los conceptos cuando estos no son claros, pues reproducen en la norma no solo los conflictos políticos, disciplinares e institucionales, sino las deficiencias administrativas y técnicas que afectan la implementación y evaluación de los resultados de las políticas públicas.

La trayectoria que mejor ilustra esta contradicción es el número de afiliados al sistema de seguridad social contra el número de personas que se afilian por cuenta propia al sistema de seguridad. Hay mas afiliados al sistema, pero menos empleo formal, son las personas se afilian individualmente al sistema las que incrementan los datos. La inferencia de estas estadisticas permiten concluir que la tasa de empleo formal, institucionalizado y organizado en empresas tiene una tendencia descendente. Y que hay más y más empleados que asisten al sistema laboral individualmente. En síntesis, existe un cambio en el sistema de empleo, los trabajadores de cuenta propia, independientes y auto empleo crece aritméticamente, mientras el empleo formal desciende (BID, 2019)

En estas condiciones el número de personas que trabajan en empresas organizadas es en terminos asolutos menor. Y en esas condiciones la pregunta es, que tanto puede una organización privada, o los gobiernos, propiciar entornos saludables. Ninguna entidad del estado colombiano esta preparado para este cambio en la naturaleza del trabajo asalariado. Y mucho menos para abordar los desafíos de la salud en el trabajo, ya que los empleados trabajan más y más en sus propias casas, donde no cuentan con garantías laborales adecuadas de trabajo.

La trayectoria es mas crítica si se tiene en cuenta que las políticas públicas de seguridad y salud en el trabajo, si bien tienen sólidos enunciados en la formulación, se enfrentan a otras políticas de economía macro que evidencian una baja capacidad de las instituciones del estado para coordinarlas. Por ejemplo, las políticas de empleo, orientadas por el Ministerio de trabajo tienen bajas capacidades de coordinación en la implementación con otras entidades como el Ministerio de Salud y Seguridad Social. La falta de estadísticas sobre la seguridad y salud en el trabajo denotan que existe una muy baja capacidad para evaluar sus resultados, del empleo, la salud, para la salud en el trabajo formal, y peor aún en el trabajo informal. Como resultado las políticas públicas formuladas en Colombia requieren de nuevos instrumentos de coordinación para que los propósitos de promoción de la salud y entornos laborales se hagan realidad, y que sobre todo consulten con el cambio de las realidades sociales, económicas y culturales que vive el país.

CONCLUSIONES

Si bien a partir de los lineamientos y avances generados, los organismos internacionales han logrado influir sobre los países y junto a otras políticas gubernamentales se han evidenciado algunos logros relacionados con la salud de los trabajadores, no se evidencian impactos con indicadores propios de la promoción de la salud.

En el caso de la legislación colombiana, se ha avanzado en la inclusión de los contenidos de las directrices internacionales sobre PST, pero aún se evidencia falta de claridad conceptual y de desarrollo de políticas orientadas al bienestar del trabajador más que a la productividad y fortalecimiento económico, limitando la acción de la PST a actividades de capacitación.

Persiste una orientación hacia el desarrollo de habilidades y responsabilidades individuales, centradas básicamente en la prevención de la enfermedad. Y se plantean reiterativamente programas de promoción de la salud con una visión orientada al riesgo, con un enfoque unicausal de la seguridad y salud en el trabajo. Este énfasis obstruye la identificación de los factores que pueden favorecer la salud de los trabajadores.

La PST aún no tiene un espacio propio en la agenda ni suficiente estructura institucional, ni reconocimiento cultural para ser considerada en Colombia como un asunto prioritario. Es necesario fortalecer el liderazgo, la cultura, la participación y el compromiso de todos los actores: a nivel intersectorial entre el sistema de salud, el sistema de riesgos laborales, gremios, empresarios y los propios trabajadores e instancias de gobierno nacional, regional y local.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Militar Nueva Granada UMNG, a la Escuela Superior de Administración Pública ESAP y a la Universidad Nacional de Colombia, por que permitieron soñar con la posibilidad de hacer proyectos conjuntos, pese a las dificultades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nutbeam D. (1998). Glosario de Promoción de la Salud. Centro Colaborador de Promoción de la Salud, Departamento de Salud Pública y Medicina Comunitaria, Universidad de Sydney, Australia. Organización Mundial de la Salud. Ginebra.
- Organización Mundial de la Salud (1986). Carta de Ottawa para la promoción de la Salud. Primera Conferencia Internacional para la Promoción de la Salud [Internet].
- Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. (2000). Estrategia para el fortalecimiento de la promoción de la salud en los lugares de trabajo en América Latina y el Caribe. Anexo 6. Relatoría Taller Estrategia de promoción de la salud en los trabajadores en América Latina y el Caribe Temas: Empresas, centros y puestos de trabajo saludables [Internet]. 2000:[23 p.].
- Eslava-Castañeda, JC. (2006). Repensando la Promoción de la Salud en el Sistema General de Seguridad Social en Salud. Rev. Salud pública. 8 (Sup. 2): 106-115.
- Riley, L., Guthold, R., Cowan, M., Savin, S., Bhatti, L., Armstrong, T., & Bonita, R. (2016). The World Health Organization STEP wise Approach to Noncommunicable Disease Risk-Factor Surveillance: Methods, Challenges, and Opportunities. American Journal of Public Health, 106(1), 74–78. doi:10.2105/AJPH.2015.302962
- Red Europea de la promoción de la salud en el trabajo (1997). España, Ministerio de empleo y seguridad social. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Declaración de Luxemburgo.
- Colombia. Ministerio de Trabajo. Decreto Ley 1295 de 1994. Por el cual se determina la organización

y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales. Bogotá.
- Servicio Nacional de Aprendizaje SENA (2019), Política de fomento del bienestar y liderazgo del aprendiz.
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Ley 1562 de 2012. Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional. Bogotá.
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (2107). MinTrabajo hace seguimiento a la implementación del Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2018)
- Muñoz, AI y Castro, E. (2010). De la promoción de la salud a los ambientes de trabajo saludables Salud Trab [Internet]. 18(2): [141-52 pp.].
- Roth Deubel, A. N. (2008). Perspectivas teóricas para el análisis de las políticas públicas: ¿de la razón científica al arte retórico? Estudios políticos, 33, 67-91.
- García, J. P., & Gallego, S. Y. R. (2014). El enfoque argumentativo para el análisis de políticas públicas desde la perspectiva de Frank Fischer. En Revista FORUM (Vol. 2, No. 6).
- Geyer, R., & Rihani, S. (2010). Complexity and Public Policy: A New Approach to Twenty-first Century Politics.

- BID, 2019, Números para el desarrollo, pulso social. Portal de datos abiertos https://www.iadb.org/en/research-and-data/sociometro-bid .

Lo + relevante en organización y gestión de la PRL en los inicios del siglo XXI y en organizaciones4.0: Paradigmas, #neuroPRL, anomia, la extinción del modelo de trabajador físico y las oportunidades, #PRLpositiva.

RESUMEN / ABSTRACT

Teorema de Thomas: “Si las personas definen las situaciones como reales, estas son reales en sus consecuencias”
El foco inicial se fija en los nuevos entornos, VUCA, para que la prevención pueda desempeñar su función, tratando riesgos y oportunidades.
Se plantean algunos para qué de prevención, que permita motivarnos y desarrollar un papel importante en este tiempo de cambio de era. Dado que anteriormente no se pudo contar con expert@s en prevención.

La investigación en neurociencia tendrá su desarrollo en innovación con la prevención. Gestionar el conocimiento con 2 hashtag: #neuroPRL y/o #neuroORP
La robolución, la revolución de los robots, es una realidad. Los cobot están en la industria4.0.
Y afirmar que la persona que aporte sólo habilidades físico-corporales a su trabajo estará en extinción en las organizaciones emergentes del siglo XXI.

La prevención será: estratégica, artesanal, personal e inteligente; aportando valor significativo, liderazgo y sostenibilidad a la organización y sociedad.
Consideramos el concepto de “anomia de la organización” desde la prevención.

Y lo más relevante en organización y gestión de la prevención en este inicio del siglo XXI es comparable con la aparición de la “psicología positiva”. Se trata de observar las oportunidades y no sólo las debilidades, realizándose la primera materialización normativa de esta idea en la ISO 45001:2018.
Aparece la “prevención positiva” #PRLpositiva. Tomar conciencia de esto supone un antes y un después en la prevención. Un enfoque para ayudar a: persona, personas, organización y sociedad.

Finalizar con Albert Einstein: “La mente es como el paracaídas. Sólo funciona si está abierta”

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Lo + relevante en organización y gestión de la PRL en los inicios del siglo XXI
Paradigmas: #neuroPRL, #neuroORP, anomia de la organización y #PRLpositiva
La extinción del modelo de trabajador físico y las oportunidades

AUTORES / AUTHORS

Bernardo Diaz-Almeida
Instituto Canario de Seguridad Laboral (ICASEL). Gobierno de Canarias
bdiazalmeida@gmail.com
Marcos Antonio Pérez Delgado
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
marcos.perez@ulpgc.es

INTRODUCCIÓN

Las personas en las sociedades modernas mantienen una variación de comportamiento y de conductas que en materia de las relaciones laborales han dado una serie de fenómenos que facilitan o dificultan la adaptación del ser humano, y en nuestro campo, a todos los agentes sociales y empresariales en materia de condiciones de seguridad y salud en el trabajo. En dicho contexto, el capital humano como *especificidad de los conocimientos de los individuos* (Pizarro, Real, De la Rosa, 2011) en las organizaciones juegan un papel importante en la autonomía personal, tal y como han referenciado dichos autores, favoreciendo la confianza mutua y creando climas laborales en *una actitud positiva hacia nuevas ideas capaces de liderar el proceso de innovación*, (Gopalakrishnan y Damanpour, 1994).

En el marco de las relaciones de la empresa, y de las organizaciones en general, autores como Pizarro, Real, y De la Rosa, (2011) mantienen que en esta dimensión, *la innovación*, característica de las nuevas formas empresariales, *el rol de la cultura para promover la innovación se manifiesta en las normas, creencias y valores que son ampliamente compartidos por los miembros*, citando a autores como O'Reilly, (1989). Trataremos en este trabajo de aproximarnos a la importancia de las normas en las organizaciones, y también de la importancia de las personas que hacen posible el desarrollo de la empresa en tiempos cambiantes, y como se pueden orientar las normas para adaptarse en su elaboración a las necesidades de los individuos, buscando siempre entornos de trabajo más seguros y saludables. La realidad de estos entornos cambiantes se ha manifestado de forma evidente en un modelo de indefinición llamado V.U.C.A., cuyo acrónimo en inglés corresponde a variables de volatilidad, incertidumbre (uncertain), complejidad y cambio, y ambigüedad. Lo que hace a las organizaciones que pasan por estos momentos VUCA en los que vivimos en las sociedades avanzadas y en desarrollo, motivados por la digitalización, la robotización, … que pierdan en algunos momentos la orientación.

Las relaciones interpersonales e intrapersonales en la empresa se han visto condicionadas en muchas ocasiones por los factores de variabilidad descritos anteriormente y que nos lleva a una dicotomía entre una mayor *productividad individual,* buscando a su vez *una mayor satisfacción, implicación, motivación y orgullo de pertenencia a la empresa por parte dicho personal.* Todo ello, ha sido ampliamente estudiado en diferentes trabajos, entre los que cabe mencionar la NTP 967 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, con autores tan relevantes como Bestratén, Poy, y Ruiz Escribano (2013), de tanta importancia en nuestro marco de la prevención de riesgos laborales.

El trabajo se orienta tratando las formas de conducta que pueden proyectar una corriente positiva en momentos de cambio, estableciendo nuevas formas culturales. En ese sentido, una de las bases de la exposición se apoya en el teorema de Thomas (Páez, 2003) que plantea que *las situaciones que los hombres definen como reales son reales en su consecuencia*, teorema que encuentra amparo en el «principio representacional» de la psicosociología. Igualmente, el «principio de la tensión» nos viene a matizar el anterior teorema reflejando que *las situaciones y las definiciones presentan contradicciones y son dinámicas: coexisten normas y contra normas*. Así descrito planteamos que en la persona a nivel individual la realidad puede ser cambiante si él ella misma puede ver que se puede transformar, en este caso de manera positiva, y que esas transformaciones no están exentas de contratiempos, entre ellos las normas, pero que tomando consciencia de ellas la debilidad se convierte en fortaleza.

En una sociedad del conocimiento digital en red 4.0, como es la que impera en la mayoría de órdenes, en casi todos los sectores productivos, las personas que conforman las organizaciones encuentran su desarrollo personal y profesional entorno a una serie de competencias que pueden agruparse en dos tipos, las socio-personales y las técnico- profesionales como han recogido Bizquerra, Pérez (2007).

En el conocimiento sobre la conducta humana en los entornos de trabajo se abre la posibilidad de sondear campos de estudio que pueden alumbrar mayores luces. Una de las ramas que ha favorecido su profundización es la neurociencia moderna ya que ha relacionado dos aspectos fundamentales en el comportamiento, como son las reacciones de la mente y las fisiológicas del sistema nervioso centradas en el cerebro. En este sentido es lo que Giménez Amaya y Murillo (2007) llaman el binomio *mente-cerebro*, y dentro de sus repercusiones podemos encontrar la llamada *conciencia*, que para algunos autores interviene tanto en las emociones, y por tanto los estímulos, y por otra, facilita el entendimiento de los estados ajenos, posibilitando la comprensión y rebajando los procesos disruptivos. En ese sentido encontramos las neuronas espejo, que influyen en nuestra percepción, y *reconocer y entender los estados emocionales en otra persona depende en parte de un conjunto de sistemas neuronales que se activan cuando nosotros mismos experimentamos esos estados* (Grande-García, 2009). La posibilidad de analizar estos estados individuales y sociales y entrenar capacidades ha sido descrito en gran parte de la literatura especializada (Muñoz, Díaz. 2014), (Martín Marrero, 2015)

Uno de los enfoques tradicionales ha encontrado a partir de un término, como es la anomia, la forma de entender cual es el grado y la forma en la que el coste de la adaptación se vuelve en mayor forma, más como una oportunidad o como una debilidad. El enfoque originario de la *anomia* vino del autor Émile Durkhaim que en diferentes trabajos vino a abordarla desde diferentes orientaciones, y que al tema que proponemos viene más en la línea de considerarla teniendo en cuenta que *la sociedad es la encargada de integrar a los individuos que la forman y de regular sus conductas a partir del establecimiento de normas,* si *la sociedad cumple adecuadamente, tanto la colectividad como cada uno de sus miembros, lograrán un orden estable que les permita desarrollarse plenamente. Cuando esto no ocurre, y la sociedad cae en una situación de anomia, pierde su fuerza para regular e integrar a los individuos, pudiendo producirse consecuencias adversas* emocionalmente (López Fernández, 2009).

Las características de globalización de la economía, el desarrollo de tecnologías de la comunicación y transmisión de datos, y la variabilidad de los ciclos económicos ha traído en los últimos años la emergencia de una serie de factores, que estando presentes durante la historia del trabajo, en la actualidad se han visto como riesgos psicosociales. Así para Moreno (2011), la diferenciación entre *factores psicosociales, factores psicosociales de riesgo y riesgos psicosociales* han venido a categorizar una serie de conceptos que en cierta medida venían dados por nuestra propia relación social y laboral, que pueden convertirse en factores de riesgo.

El recorrido de la aplicación de la legislación y normativa en materia de prevención de riesgos laborales ha seguido en sus últimos treinta años una fructífera producción, y todo ello, desde la entrada en vigor de la normativa europea, a través de la Directiva del Consejo (89/391/CEE), (Directiva Marco) de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de las personas trabajadoras en el trabajo, y posteriormente con la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales en el Estado Español. Dicho recorrido ha seguido una serie de etapas (Navarro, Pérez , 2018), como son, una etapa de normativización; la segunda, de interrelaciones entre diferentes sistemas; y la tercera, sobre la demanda de las personas directivas y trabajadoras de una mayor demanda cognitiva requerida, relacionada con los factores psicosociales.

Por último, dado los continuos y con mayor regularidad, procesos de cambio en las organizaciones, habría que tener en cuenta las variables que inducen a la resistencia a los mismos, y por tanto, un nivel de superación de los umbrales de *percepción y experiencias* de la persona trabajadora, tal y como ha de entenderse el concepto de factores psicosociales (Moreno, 2011), por lo que aspectos como los basados en los enfoques cognitivo, emocional y de comportamiento (García, Álamo, García- Barba, 2011) ganan gran importancia como línea de estudio en las empresas para aminorar los efectos adversos frente a los cambios actuales y los daños por factores psicosociales. De ahí que haya que plantear corrientes que permitan visualizar también lo positivo ante los nuevos requerimientos de este cambio de era en el trabajo.

METODOLOGÍA

La metodología para la realización de este trabajo se ha fundamentado en un estudio analítico de fuentes, tanto de autores, como documentales, con la búsqueda bibliográfica entre enero y abril de este año en Dialnet, Redalyc, Elsevier y en el motor de búsqueda de google y google académico, y con los siguientes descriptores: autonomía personal organizaciones; neurociencia cognitiva; anomia; cambio cultural; conciencia en la conducta organizacional; las personas en el centro de las organizaciones; internet; Safety and Health at Work; y, prevención de riesgos laborales positiva.

Los registros oscilaron entre 35 y 60 tras la combinación de las diferentes palabras clave. Los artículos de mayor relevancia tomaron como base las publicaciones de artículos en Elsevier: Estudios Gerenciales, Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa, Suma de negocios, Seminarios de la Fundación Española de Reumatología; Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), Instituto Canario de Seguridad Laboral (ICASEL). Se seleccionaron los artículos, ponencias y pósters que mostrasen una mayor relación con los objetivos del artículo, así como los relacionados con el título del mismo. Se llevó a cabo un análisis de 154 trabajos publicados en ORP para encontrar similitudes, lo que se aproximó en unos 23 de ellos.

RESULTADOS

En orden a llevar a cabo una estructura ordenada de los aspectos contemplados en este trabajo, y poder orientar un constructo conceptual, trataremos los resultados según su orden.

¿Para qué de la prevención?

En la comunidad en la que se publicita este trabajo nadie duda de la necesidad y beneficios en la implantación de la planificación y cultura preventiva en las empresas y organizaciones. El enfoque de este trabajo se propone además ofrecer un análisis que ofrezca una visión en la que se está trabajando hace algún tiempo orientada a generar climas propicios hacia la prevención de riesgos laborales, tanto por la reducción de costes económicos y sociales, como por el efecto que genera en la empresa para crear climas beneficiosos para el individuo y para la organización. Para Escuder (2004) todavía se mantiene en algunos ámbitos el planteamiento de que la salud laboral está *considerada como un coste o gravamen y no como una inversión que implica un conjunto de beneficios de todo tipo para la propia empresa, para su productividad y para el bienestar de sus trabajadores y familiares.* Teniendo en cuenta el conocimiento del que disponemos en la actualidad, las posibilidades de adaptar los sistemas preventivos al tipo de empresa y a la cultura de empresa la tendencia es a orientar la actividad preventiva de manera más eficiente y productiva para lograr que las trabajadoras y trabajadores se encuentren en climas donde en todas las escalas de la plantilla cada individuo sea un motor de la mejora continua y en ocasiones extraordinarias del cambio. En ese nuevo enfoque Benavides F.G., Delclós J., Serra C. (2017) plantean que *la salud laboral debe afrontar el reto de la promoción de la salud, …, basándose en una mejor coordinación de los servicios de prevención, las mutuas colaboradoras con la seguridad social y el sistema de salud, así como potenciando el liderazgo en prevención de las empresas y la participación activa de las personas que trabajan.* Esta acción de liderazgo y participación debe orientar cualquier acción preventiva, tanto legalmente, como organizativamente, tal y como lo demuestran los estudios.

La prevención orientada a los riesgos en la nueva era del conocimiento en red4.0 debe plantearse las repercusiones sobre la salud, así desde el punto de vista económico mantienen entre otros, Fernández-López J.A., Siegristb J., Rödelb A., Hernández-Mejíac R. (2003) y solo teniendo en cuenta los aspectos de su repercusión sobre la salud psicosocial, que *los costes debidos a las situaciones estresantes en el trabajo, sólo para Suecia, podrían presupuestarse en casi 450 millones de euros al año. Estos costes, calculados para los 15 países miembros de la Comunidad Europea, se acercarían a los 20 mil millones de euros al año.* Los mismos autores plantean que además de los efectos económicos que se tratan de prevenir están también los daños sobre la salud, teniendo en cuenta su definición de la Organización Mundial de la Salud bajo un enfoque integrador, y que nos llevaría a estudiar la repercusión física, psicológica y cognitiva, y social. Para ejemplificarlo plantean que *las expectativas de recompensa frustradas o los incumplimientos recurrentes producirían un intercambio desfavorable en las funciones sociales básicas o una amenaza de tales funciones, que desencadenaría una alteración en la neurorregulación de áreas cerebrales sensibles a las recompensas. Esto daría lugar a una tendencia a mitigar estas experiencias estresantes y el humor negativo subsiguiente por medio de conductas adictivas.* Sobre las posibilidades de hacer efectivas las medidas preventivas y reducir las cifras de patología físicas exponen en su trabajo *que un 11-14% de todos los infartos ocurridos en trabajadores menores de 55 años podrían evitarse.*

Para la mejora del clima organizacional, su proyección en el mercado y el retorno de beneficios, la implantación de la actividad preventiva alcanza igualmente un objetivo deseable. En trabajos estudiados, entre otros, Bernal, Pedraza, Sánchez (2015) orientado hacia empresas del sector de la salud destacan que *valorar el clima organizacional y la calidad de los servicios en instituciones de salud pública se vuelve importante debido a la necesidad por conocer los aspectos que influyen en la productividad, el talento humano y el grado de satisfacción de los trabajadores y usuarios.*

Como puede apreciarse, la prevención de riesgos laborales debe suponer una obligación legal exigible, pero también un camino de objetivos orientados hacia la mejora continua (Notas Técnicas de Prevención, 911, 912 y 913, Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo).

La prevención de riesgos laborales puede disponer de diversos ¿para qué?, es conveniente que cada uno disponga de unos elementos motivadores, uno que encontramos significativo e inspirador es: "Que las personas prevencionistas no sólo trabajan y/o se forman, que también, para evitar los incidentes y eliminar los accidentes y enfermedades profesionales. Trabajan y/o se forman para que las personas y las organizaciones sean saludables, excelentes, felices, …"

Los ¿para qué? laten con fuerza en unas sociedades del cambio, de cambio de era, a una nueva era del conocimiento digital en red 4.0, donde la necesidad de buscar bases sólidas nos permitan construir y sostener los procesos de adaptación a las nuevas realidades y formas de considerar las relaciones laborales y el enfoque del trabajo. Tiempos de cambios de a diferencia de otros cambios de era de alta velocidad en los cambios, ajustados a curvas logarítmicas.

En este punto toma relevancia el estudio que hizo Víktor Frankl en dos campos de concentración en la segunda guerra mundial donde estuvo detenido, Auschwitz y Dachau, desde 1942 hasta 1945. Este neurólogo y psiquiatra austríaco fundador de la logoterapia escribió un libro titulado "El hombre en busca de sentido". Que recomendamos su lectura y en el que expresa que pudo observar que las personas que superaban las calamidades del campo de concentración no eran las personas que tenía mejores condiciones físicas, sino aquellas que tenía claro el ¿para qué?. El para qué vivir, es decir, tenían un sentido de vida, simple, complejo, banal, o lo que fuera, pero un sentido.

En estos tiempos VUCA, es necesario que las personas prevencionistas dispongamos de un claro sentido profesional de la actividad y ayudar a que otras personas en las organizaciones tengan un claro sentido a su trabajo.

Anomia

Los resultados en cuanto al papel que juegan las normas en la cultura de la empresa, su análisis y orientación hacia su revisión y adaptación al entorno organizativo de la empresa ha sido objeto de formulación por diferentes vías.

El documento basado en la 1ª Encuesta en España a Técnicos de Prevención de Riesgos Laborales, Sánchez-Herrera Bautista-Cámara (2017), ante la pregunta: "*La empresa busca un mero cumplimiento normativo atrofiando el servicio prestado"*, el 72% de las personas encuestadas se encuentran "totalmente de acuerdo". Para los autores de la encuesta, *estos datos son preocupantes, ya que reflejan la falta de cultura preventiva existente en España*. Dicho esto, y teniendo en cuenta que ello da cuenta del nivel de asimilación de la normativa legal, los datos del modo de asunción de las normas de inferior rango podrían preocupar aún más, dando cuenta del nivel de anomia en materia de prevención de riesgos laborales que puede existir.

El interés por analizar los efectos regulatorios de la normativa y su incidencia en el grado de aplicación en las relaciones laborales ha sido objeto de estudios desde el punto de vista del apartado de la gestión preventiva, así en la «Encuesta Anual Laboral 2016», (INSST, 2018) se hace referencia en las conclusiones que la valoración de la prevención de riesgos laborales requiere abrir *importantes reflexiones que deben permitirnos mejorar no sólo la regulación sino el conjunto de las políticas de fomento, apoyo y vigilancia por parte de los poderes públicos y los agentes privados implicados en la tarea preventiva,* [p.73]. Por ello, tanto su eficacia y dimensionamiento nos debe hacer reflexionar sobre la efectividad de las normas en cuanto a su idoneidad con carácter general para todo tipo de empresas y en un momento de tanta inmediatez en la toma de decisiones en un mundo globalizado, como bien ha destacado la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (2005). [p. 11].

La anomia es un concepto que ha tenido poco trato en los entornos de la prevención de riesgos laborales y que tendrá cada vez más presencia por estar las organizaciones en procesos de adaptación y cambio continuos a entornos digitales y Smart 4.0.

En una reciente tesis doctoral Dña. Manuela María González Ruiz hablando de la justicia organizacional, calidad de vida laboral y salud de los trabajadores especifica que la anomia organizacional refleja la contradicción entre objetivos y normas de la empresa.

Expone la autora que una organización anómica es aquella que, aunque indica claramente los procedimientos normativos para conseguir los objetivos, al mismo tiempo en la práctica tolera la violación de dichas normas (Tsahuridu, 2006).

Las nuevas capas de decisiones que se producen en los procesos de digitalización hacen que no siempre exista coherencia entre la organización establecida y la organización latente en digital. Agravando la coherencia entre lo que se piensa, se dice y se hace, produciendo tensiones organizacionales no previstas, ni consideradas.

Las competencias estudiadas que conforman las organizaciones para encontrar el desarrollo personal y profesional se han estructurado teniendo en cuenta la clasificación citada por autores en la que se le da prioridad en nuestro estudio a las primeras, ya que a juicio de los mismos son las que favorecen las *habilidades de empleabilidad* y sostenibilidad organizacional, recogiendo entre otros autores a Elias et al. (1997, p. 6), y que por otra parte favorecen un crecimiento positivo del individuo en la organización. Del estudio de Bizquerra, Pérez (2007) recalcamos una de las competencias socio-personales de gran impacto para favorecer climas de seguridad y salud integradores, como es el de la autonomía emocional, pues tal y como expresan los autores, la misma refuerza características tan importantes como *la autoestima, la automotivación, la actitud positiva, la responsabilidad, la auto-eficacia emocional, el análisis crítico de normas sociales*, y por último la *resiliencia*.

Como puede desprenderse del análisis de cada uno de ellos, algunas de ellas son esenciales para alcanzar un adecuado clima laboral en empresas que deban tener en cuenta la productividad y unas adecuadas condiciones de trabajo (INSST, 2011). Este tipo de competencias emocionales tiene en el mundo del trabajo doble importancia, por una parte hacia el crecimiento personal y profesional del individuo, y por otra parte, a la calidad de la salud de los recursos humanos (Elias *et al*. 1997). Trataremos en apartados posteriores desgranar sus factores y consecuencias. No se puede perder de vista la importancia que despliegan estas competencias en fenómenos de cambio cultural e innovación, como los descritos en el caso Sumicol por Naranjo y Calderón (2015), empresa de la Organización Corona donde se basó un estudio para un modelo hacia el desarrollo de transformaciones culturales necesarios para la innovación empresarial.

El estado de la cuestión sobre la emergencia de los factores psicosociales ha sido estudiada desde diferentes enfoques y los resultados obtenidos por diferentes autores es esclarecedor para determinar sus variables. Así, en base a la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (2015), y que ha tomado datos de la 6ª Encuesta de Condiciones de Trabajo (ENCT) (EWCS, por sus siglas en inglés) del año 2015, Ramos (2017) [pp. 27-62] refleja que *más de la mitad de los ocupados trabaja en contacto directo con personas; una proporción creciente, que se refleja en particular en quienes tienen que trabajar con clientes enfadados (21%), lo que según indica expresamente la ENCT provoca una «exposición a elevadas exigencias emocionales»*. Ante esto, y los otros factores psicosociales, que la misma autora ha clasificado en tres tipos, los relacionados con el trabajo, los relacionados con el contexto del trabajo, y por últimos con la calidad del empleo, ha hecho que la Comisión Europea sobre salud laboral de 10 de enero de 2017 (COM (2017) 12 final. Bruselas, 10.1.2017) haya considerado las siguientes afirmaciones:

Primera: Los riesgos psicosociales y el estrés laboral forman parte de los problemas en aumento y más difíciles de salud en el trabajo.

Segunda: Más de la mitad de los trabajadores en la UE señalan que el estrés es habitual en su lugar de trabajo.

Tercera: Al estrés en el trabajo se deben la mitad de los días de trabajo perdidos, aproximadamente, por cuanto las bajas por estrés son habitualmente largas.

La literatura en este sentido ha ahondado en precisar los factores que facilitan la reducción de los factores psicosociales que pueden generar estrés, así un grupo de expertos que han trabajado para la OIT (2016) han manifestado que se debe trabajar para *la disponibilidad de recursos (como personal, tiempo o dinero); la integración de medidas en el lugar de trabajo; la comprensión y sensibilización sobre los riesgos psicosociales y el estrés relacionado con el trabajo; y la disponibilidad de instrumentos y métodos apropiados de intervención. Estos resultados fueron generalmente uniformes en todas las regiones,* estudiadas en el mundo *(con la excepción de los Estados Árabes en algunos casos)*. De ello depende el nivel de control de riesgo sobre los factores psicosociales.

Teniendo en cuenta los cambios en las organizaciones y en las sociedades modernas, una adecuada planificación requiere contemplar todos estos factores y deben ir acompañados de un *desarrollo de competencias* que sean abordados por todas las personas que configuran los grupos de interés (stakeholders), así como técnicos, sindicatos, asesores y demás agentes, y que estas medidas son más efectivas que las que ponen en marcha *organismos de vigilancia del cumplimiento y control, organizaciones de empleadores y servicios de salud locales* (OIT, 2016).

Para algunos autores, entre ellos, García Cabrera, Álamo Vera, García Barba Hernández (2011), las características personales y competencias individuales forman parte de la realidad en los momentos de cambios en las organizaciones algunos de ellos están relacionados con la autoestima, en su estudio, vienen a reflejar que en función de las variables relacionadas, cuanto mejor se hayan gestionado habrá menos repercusión negativa para las personas trabajadoras, y menos obstáculos para el cambio. El proceso en las consecuencias de daños físicos a resultado de tipo psicosocial han sido estudiados entre otros por Moreno (2011) a partir de la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, mostrando una clara tendencia hacia la incidencia de este tipo de factores. Para el mismo autor, lo negativo no es en si mismo el factor, si no la gestión de los mismos y su posible deriva a convertirse en un riesgo psicosocial.

El siglo XXI será un entorno apasionante para las personas que se dedican a la prevención, pues el desarrollo de la técnica y la tecnología a finales del siglo XX, permiten unos avances muy destacables. Los logros de la humanidad son relevantes produciéndose un cambio de era significativo. Ello nos lleva a afirmar que las personas que desarrollen actividades emergentes en este siglo XXI serán personas que sobre todo desarrollen las características más humanas de la humanidad, su capacidad más humana. Y el trabajo repetitivo y sólo de actividad físico será un trabajo llamado a realizar por robot y cobot (robot colaborativos), de hecho la inteligencia artificial (IA) y el internet de las cosas (IoT) está teniendo mucha repercusión en muchísimas actividades laborales.

Un trabajo donde la persona se perciba como una cosa, cosificación, donde pones a una y quitas a otra y no notas la diferencia, es un trabajo físico que se extinguirá de las actividades que harán los seres humanos. Las personas están llamadas a realizar un papel más relevante que necesita de un proceso de aprendizaje y preparación más sofisticado, artesanal, inteligente (smart), digital, en red, ...

Este nuevo siglo XXI es relevante para la prevención que nunca antes ha estado presente en un cambio de era. Con tantos profesionales de la prevención para hacer frente a las eventuales contrariedades y disfunciones de los sistemas laborales, estamos llamados a colaborar y participar de forma activa, efectiva y eficiente. Y para ello, no debemos sólo fijarnos y poner el foco en los factores de riesgo. Tenemos que analizar necesariamente las oportunidades y fortalezas de los entornos profesionales donde desarrollamos nuestra labor de prevencionistas. Poner en valor la organización es poner en valor la prevención y este cambio de visión, de paradigma, es similar al que con anterioridad sufrió otra disciplina como es la psicología, con la psicología positiva. Ahora aparece una nueva prevención que venía realizándose pero que ayudamos a poner nombre y definimos su Hashtag #PRLpositiva, para poder ser localizada pronto en su gestión en la red de redes, en internet, y así lograr gestionar el conocimiento sobre la prevención de riesgos laborales positiva.

Cambio de trabajo físico

Los efectos del cambio de paradigma en el que la población trabajadora se ha visto condicionada por la incidencia de un trabajo físico a un trabajo más cognitivo podemos analizarlos a través de la literatura académica y técnica. En particular, Moreno (2011) interpreta los datos de una de las estadísticas más representativa, manifestando lo siguiente:

El análisis de la Encuesta Europea 2010 parece indicar que se ha producido un desplazamiento de los factores físicos y ambientales hacia aspectos organizacionales, sociales, psicológicos y personales. Como factores psicosociales incluye específicamente los aspectos emocionales asociados al trabajo, como el trabajo con atención al cliente.

Los estudios analizados incluso han recogido la evolución del análisis, fijando el foco a final de la década de los noventa del siglo XX, y más concretamente en el Estado Español, mediante la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) tal y como ha recogido Moreno (2011). A ese respecto determina el debut del análisis de los factores psicosociales, exponiendo:

Es en la tercera encuesta nacional (1999) cuando se incorpora por primera vez un apartado dedicado a los factores psicosociales, pero ha sido en la VI Encuesta Nacional 32 en la que se ha atendido de forma más completa a los factores y riesgos psicosociales, incluyendo en el apartado 10 aspectos tales como inseguridad laboral, conflicto trabajo-familia, violencia física, amenazas de violencia y conductas de acoso.

Como se puede apreciar, los finales de dicha década marcarían un antes y un después en el procesamiento y tratamiento de la información y la documentación con la aparición de internet, allá por 1995 cuando se generaliza el uso de la red, tales son las cifras, que para Altés (2013) supone una verdadera revolución en la era de la nueva globalización. Según el mismo autor, *a finales de 1995, primer año del uso generalizado del world wide web, había unos 16 millones de usuarios de las redes de comunicación informática en todo el mundo. Actualmente se calcula que el número de «internautas» se acerca a los 2.500 millones (con una penetración del 67% en la población española). Internet es ya, en palabras del profesor Manuel Castells, «El tejido de nuestras vidas»*. Todo ello da buena cuenta de su implantación en todos los órdenes de la vida y su transversalidad en toda actividad humana.

La enorme extensión de su expansión también hace que los factores psicosociales puedan poner el foco en otras actividades de la sociedad, y que en la época actual, las cifras nos acercan a una realidad más compleja, ya no solamente a nivel individual, sino también social. Siguiendo a Moreno (2011), nos podemos encontrar otra reflexión en relación a la encuesta europea que se ha citado anteriormente en la que nos muestra cual es el grado de cambio de trabajo físico:

Los datos expuestos indican probablemente que, al menos al nivel europeo, se ha producido un desplazamiento en la atención de los riesgos laborales hacia aquellos de tipo organizacional, social, psicológico, familiar y personal, probablemente como resultado de una triple tendencia: la mejora de las condiciones físicas, ambientales y ergonómicas del trabajo, los cambios organizacionales del trabajo y el desarrollo del trabajo terciario, dedicado a los servicios y la atención a las personas.

Dicho lo cual, se nos plantea también que en la medida en que se han ido reduciendo los factores de carácter físico aparecen otros relacionados con nuestro mundo sensorial-cognitivo que también puede ser fuente de riesgos psicosociales.

Características psicosociales en la nueva era

Uno de los aspectos tratados en la introducción del trabajo nos plantea la necesidad de enfocar la nueva era, sociedad del conocimiento digital en red 4.0, teniendo en cuenta su evolución en los tiempos contemporáneos tras la etapa pre y post – constitucional en nuestro Estado. La primera fase, claramente normativa, (Navarro, Pérez, 2018) viene a establecer un marco legislativo a través de la ley y sus correspondientes reglamentos. El segundo período configura las interrelaciones entre diferentes sistemas, tanto de sistemas de calidad, de medio ambiente, y el propio de la seguridad y salud (Fernández *et al*, 2007). La tercera fase, en consonancia con los rasgos anteriormente citados y orientados hacia la era del conocimiento, nos llevará en las sociedades más avanzadas a *un aumento de las demandas cognitivas requeridas en el desempeño del trabajo* (Díaz, 2013), y que requieren de un conjunto de recursos personales, profesionales y organizativos para *prevenir e intervenir* en los casos de superación de umbrales que mermen la salud de las personas trabajadoras, propuestas que vienen a plantear líneas de trabajo por muchos estudios, entre otros por Rodríguez, De Rivas (2013).

Existen algunas estadísticas que han estudiado las tendencias de las organizaciones a trabajar en entornos V.U.C.A. (ADECCO,2016), en su Informe del Futuro del trabajo en España [p. 23] se concreta que *un 72,5% de los expertos* consultados en la muestra *considera que el impacto de los entornos VUCA será alto (32,5%) o muy alto (40%) en los próximos 5 a 10 años.* Aunque ese porcentaje pueda variar en función de los sectores a estudiar, y teniendo en cuenta el nivel de influencia de los factores que repercuten en los cambios, los datos nos dan una aproximación al nivel de incertidumbre que se puede dar, y todo ello repercute en el estado de vulnerabilidad emocional y cognitiva de los miembros de las plantillas. Si atendemos al apartado de la *preocupación por la salud física y mental* el 100% de los entrevistados entienden que la tendencia es que en los próximos 5 a 10 años el interés será alto o muy alto en el total de respuestas ofrecidas.

Entre las medidas para afrontar no solo los efectos, sino la prevención, desde una orientación de fomento de la *dimensión personal de la vida,* y que *no escapa en absoluto a los efectos positivos de desarrollo de las competencias emocionales* (Bisquerra, Pérez, 2007) que favorecerán una mejor adaptación a las características del trabajo en la nueva era, las tendencias actuales, según dichos autores, nos indican que *invertir en el desarrollo de las competencias emocionales de* las personas trabajadoras *tiene consecuencias altamente positivas en múltiples situaciones: permite resolver eficazmente situaciones delicadas con un compañero* o compañera*, contribuye a mejorar la relación con los clientes, a afrontar las críticas de los jefes* y las jefas*, a perseverar en la tarea hasta completarla, a enfrentar los retos que se nos plantean, etc.*

Buena prueba de que un uso positivo de las capacidades de los individuos y los agentes que intervienen en los procesos de cambio pueden generar un uso consciente y equilibrado de factores psicosociales lo podemos encontrar en algunos estudios, como lo indican entre otros autores, García Cabrera, Álamo Vera, García Barba Hernández (2011), al manifestar que *cuando los individuos se perciben así mismos como competentes, capacitados y valiosos para la empresa, mantendrán una actitud y comportamiento consistentes con tal percepción, de forma que afrontarán los programas de cambio impulsados por la empresa, aunque conlleven estrés o ansiedad, pues se sienten capacitados para afrontar estos retos.* Ello dependerá entre otros factores, de las características personales de cada individuo, entre otros, del «locus de control», o *grado en que las personas sienten que tienen el control de lo que ocurre en sus vidas, desde un evento rutinario hasta una situación de peligro*, Arosemene (2018) y que ha encontrado fuentes de estudio importantes como los ofrecidos por Visdómine-Lozano, J.C., Luciano C. (2005).

En el campo que nos ocupa, las propuestas son reveladoras, en el sentido de que *para la consecución del éxito en la evolución del sistema* de gestión de la prevención de riesgos laborales *(SGPRL) debemos mirar las bases de la colaboración que se centran en; aunar esfuerzos, trabajar en emociones, comunicar asumiendo el aprendizaje mutuo y advertir las necesidades e intereses de las* partes*,* Sánchez-Herrera Bautista-Cámara (2017). Ello nos lleva a considerar que incluso en la gestión ordinaria y planificada de la prevención también debemos tener en cuenta dichas capacidades

En la práctica podemos ofrecer resultados esclarecedores según la percepción que tienen los profesionales que intervienen en la prevención de riesgos laborales como técnicos para la planificación preventiva. Así, en la 1ª Encuesta en España a técnicos de prevención de riesgos laborales (Sánchez-Herrera Bautista-Cámara, I.S., 2017) aparecen reflejados distintos valores relacionados con el parecer de los mismos sobre distintas variables que influyen en la mejora de la gestión:

De dicha encuesta podemos extraer algunas indicaciones, como las que siguen. A la pregunta: ¿Cómo mejorar la integración de la PRL en la empresa?, el 65,8% responden que *con mayor conocimiento del uso de la inteligencia emocional*. Sobre *¿En qué conocimientos deberías formarte?* El 63,8 % contestan que *en Inteligencia emocional aplicada.* Sobre las habilidades para realizar sus tareas en relación con las trabajadoras y trabajadores el 54,8% completa que en Gestión de equipos y en Resolución de conflictos el 57,3%, seguido que con Empatía el 52,6 % y Liderazgo el 57%. Como puede apreciarse, más de la mitad de los encuestados comienzan a observar las infinitas potencialidades de este conocimiento en la materia, por lo que habrá que seguir profundizando en su desarrollo y aplicación.

Neurociencia

En la era del cambio hacia un predominio del conocimiento en red4.0, en nuestro caso en el mundo del trabajo, la interacción de información y el ajuste de demandas de procesamiento de información, la interpretación de los requerimientos, que aumentan las demandas cognitivas, entre otros autores estudiada por Díaz (2013), la investigación en este campo ha venido a profundizarse en el campo de la neurociencia. El concepto del término nos lleva a considerarla como *el estudio interdisciplinar de la mente, …, con la implantación de una metodología holista en la exploración del sistema nervioso y del psiquismo* (Blanco, 2013).

Teniendo en cuenta esa visión diversa en su tratamiento y dadas las posibilidades que nos ofrecen las distintas disciplinas para su abordaje, y que van desde la neurología, la neurofisiología, el aprendizaje, la conducta, la aplicación de sus conocimientos, a la ingeniería o la informática, entre otras muchas, traemos las distintas posibilidades que nos facilita en el presente y el futuro, teniendo en cuenta que el mundo del trabajo incorporará cada vez más unas tasas frecuentes de interacción entre el trabajo físico y el trabajo cognitivo. Llevando a cabo una diferenciación entre el campo del conocimiento del cerebro y la neurología por una parte, y de la aplicación de sus conocimientos a la prevención de riesgos laborales por la otra. Para ello, presentamos a continuación los distintos resultados obtenidos.

Los diversos campos de estudios reflejan cada uno unas relaciones interesantes para optimizar sus resultados en pos de conseguir mejores cotas de seguridad y salud ocupacional. Si tenemos en cuenta los estudios realizados sobre desarrollo de mecanización en las tareas, en el caso concreto de la robotización, podemos encontrar en trabajos como el de Decker, Fisher e Ingrid (2016) sobre «servicios de robot y trabajo humano: una primera evaluación de sustitución y/o sustitución» que las estrategias para decidir lo más conveniente tendrá que ir acompañado de los respectivos estudios que tengan en cuenta el cómo se informa de los cambios, el nivel de adiestramiento, o los programas de *interfaces* entre hombre y máquina. Como puede apreciarse, aquí los estudios de la neurociencia juegan un papel fundamental. En este mismo campo de la robotización, podemos encontrar otros trabajos, como el de Qureshi, Sajjad, (2014) donde plantean la necesaria motivación al personal para lograr un eficaz cambio hacia nuevos modelos productivos donde intervienen las máquinas.

Podemos encontrar con carácter general otras experiencias orientadas al estudio de las neurociencias aplicadas a la prevención de riesgos laborales en lo que respecta a conocer las respuestas a las conductas, como por ejemplo, el «Sistema Atencional Supervisor (SAS)» (INSST, 2012) [p. 176]. El sistema, estudiado por Norman y Shallice en 1986, está basado en la respuesta del organismo ante situaciones nuevas, y que por su complejidad requieren una reflexión previa para poner en marcha recursos cognitivos, motores y emocionales. Como puede entenderse, este tipo de sistemas se vuelven esenciales para la prevención ya que implantados en entornos de gran nivel de estimación de riesgos, la atención y respuesta frente a los riesgos que no se hayan podido eliminar se hace imprescindibles.

En cuanto a la aplicación, las líneas han ido por el diseño, fabricación o desarrollo de productos o programas para múltiples utilidades. Así podemos encontrar desde aplicaciones para determinar el grado de confortabilidad de calzado de seguridad empleado por la empresa MAPE Seguridad S.A., pasando por realidad virtual para recrear escenarios donde se adiestre al personal en situaciones de riesgo, como es el caso de la Universidad de Cartagena, o Mutua Asepeyo, en el caso de conducción vial. Desde el punto de vista de la neurociencia aplicada a la gestión de prevención podemos encontrar experiencias como las de Celulosa Arauco y Constitución S.A., (ORP 2012), donde tras implementar programas preventivos y mejorar los índices de siniestralidad por los métodos tradicionales, han comenzado hace años a poner en marcha acciones orientadas a los aspectos de capacitación y entrenamiento cognitivo, especialmente en campo.

Una de las disciplinas que van ganando en estudios y desarrollo por la vía de nuevas tendencias es la «neuroergonomía», por la cual se trata *los conocimientos sobre el cerebro para mejorar la interacción entre los humanos y un sistema, con énfasis en el diseño de dispositivos de registro continuo de variables fisiológicas (tasa cardiaca y respiratoria, sudoración, movimientos oculares, actividad cerebral) para detectar y predecir estados psicológicos específicos (somnolencia, fatiga, baja alerta, falta de atención o emociones negativas) que resulten incompatibles con el desempeño de actividades de alto riesgo como el pilotaje de vehículos, el control aéreo o la supervisión de centrales nucleares* (Correa, 2018). La disciplina va ganando trabajos y publicaciones en la materia con un seguimiento en Scopus que van de 4 publicaciones en 2010, a casi 40 en 2017. Las posibilidades que puede suscitar parecen amplias, de cara a poder encontrar explicaciones y orientaciones suficientes para abordar la prevención desde los sistemas que intervienen con el cerebro. Otros autores, como Llano y Sebastián (2014) en Prevention World, vienen a considerarlo bajo *una concepción teórica y práctica basada en la Teoría de la Actividad que permite entender de una manera integradora la interrelación de los seres humanos con los escenarios tecnológicos*.

Todos estos escenarios requieren de soluciones que intenten acercarse a la realidad de las organizaciones, las personas que las componen y sus entornos, intentando llevar a cabo propuestas planificadas para la mejora de la seguridad y salud de las empresas con suficiente abordaje para crear climas de trabajo donde puedan desarrollar sus actividades sus miembros buscando una integración afectiva – emocional enriquecedora y con normas que regulen los flujos de conducta organizativa y social adaptada a cada caso. La implementación de procesos de cambio en entornos tecnológicos, teniendo en cuenta los factores personales ya ha sido estudiada, entre otros por Decker, Fisher e Ingrid (2016).

Sin duda, el siglo XXI tendrá un gran desarrollo en publicaciones y experiencias en nuero prevención de riesgos laborales, por ello y con el fin de gestionar bien el conocimiento en esta materia proponemos dos hashtag sobre el particular que garantizarán una mayor y mejor gestión del conocimiento y que son: #neuroPRL y #neuroORP.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La era del conocimiento basado en una alta tecnificación ha venido a cambiar los entornos de trabajo, la cultura de las organizaciones y el poner a las personas en el centro de la gestión gerencial y por ende sus repercusiones en los estados de seguridad y salud de las trabajadoras y trabajadores. Se desconoce sus influencias sobre nuevas afectaciones que se puedan dar, pero lo que si se evidencia en las encuestas europeas y españolas es el incremento de factores y riesgos psicosociales (Ramos, 2017). Por ello, aunque una de las dificultades para el estudio haya sido cuantificar el número de empleadas y empleados que puedan verse sometidos a posibles patologías, lo que si se evidencia es la necesidad de contribuir desde la prevención a aminorar sus efectos, estableciendo las acciones y las políticas necesarias para mejorar las cifras de las empresas y desarrollar el talento humano.

El estudio de las posibilidades que nos ofrece la neurociencia para facilitar el conocimiento de la conducta, el aprendizaje y la mejora individual y social de las empresas en entornos diferenciados de la sociedad no ha gozado todavía de una unanimidad en el diseño de un corpus científico que defina adecuadamente las disciplinas que intervienen en la aplicación de todos estos conocimientos, todo lo más, su carácter interdisciplinar (Blanco, 2013) favorece la aportación múltiple desde diferentes enfoques, que se valorarán en función de su utilidad. Precisamente, la propia ley de prevención de riesgos laborales de España parte también de esa visión multidisciplinar a través de sus especialidades preventivas: seguridad, ergonomía, psicosociología, higiene y medina del trabajo.

El enfoque globalizador de la economía mundial nos lleva a tener en cuenta la proyección local y transnacional de la normativa, lo que habrá que ser tenido en cuenta por los agentes que intervienen, tal y como ha presentado Bestratén (INSST, 2011), y por ello una profundización en los aspectos concretos en cada ámbito ayuden a facilitar una homogeneización en las normas, todas vez que habrá que extender modelos comunes en las distintas sociedades con aplicaciones propias en cada organización (Verra S.E., Benzerga A., Jiao B., Ruggeri K., 2017). A ello deberá seguir contribuyendo organismos internacionales como la OIT (ILO), la OMS (WHO) la EU-OSHA, en el ámbito estatal el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Laboral (INSST) y en el ámbito autonómico el Instituto Canario de Seguridad Laboral (ICASEL), con el fin de propiciar las medidas y políticas en aras a corregir los riesgos emergentes sobre el individuo y/o las organizaciones.

El carácter subjetivo de muchos de los estudios realizados, ya que intervienen las personas hace que en muchos momentos el abordaje sea complejo como se ha demostrado, aunque sí que intervienen procesos comunes que favorecen su reconocimiento y objetivación mediante técnicas de participación, personalización, unificación de criterios e intercambios de experiencias que redunden en procedimientos de buenas prácticas.

CONCLUSIONES

El trabajo realizado ha tratado de reflejar una realidad tan significativa en las relaciones laborales que ha intentado exponer la realidad de la que partimos en el mundo del trabajo como es el que nos ha venido dado desde las clásicas relaciones y conductas individuales donde permanecían modelos ampliamente permanentes que daban a las personas una estabilidad emocional y afectiva dependiendo de la persona para poderla llevarla a cabo.

Los cambios sufrido en las últimas décadas, propiciados en gran parte por el desarrollo de tecnologías informáticas y la aparición de internet han generado nuevos paradigmas en las relaciones y las formas de crecimiento personal, familiar, profesional y social, desde el punto de vista del mundo del trabajo y que ha evidenciado un cambio en los factores y riesgos psicosociales que requieren de su máxima atención por todos los agentes que estamos implicados en la prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta a la persona como centro y foco de nuestro trabajo diario y cotidiano.

Existen múltiples disciplinas del conocimiento que pueden contribuir a facilitar soluciones adaptadas a cada realidad personal y organizativa, pero debe ser operada por cada agente en su ámbito correspondiente, aunando ciencia y técnica para llevarlo a cabo.

La prevención de riesgos debe orientarse desde el mismo momento del diseño empresarial, tal y como reza la ley de prevención de riesgos laborales, y por tanto, el enfoque hacia donde se debe orientar la planificación es hacia crear ambientes de trabajo donde la organización del trabajo y los medios se conviertan en un recurso potencial, y no se convierta en un factor de riesgo.

Como fórmulas para poder ofrecer una síntesis, expondremos las siguientes consideraciones en este apartado de conclusiones:

1.- El futuro del trabajo emergente hasta el 2050 será en entornos 4.0 y smart, será digital y artesanal. No existirá un trabajo significativo sin prevención de riesgos y oportunidades, sin innovación, ... Será el trabajo emergente más humano de la humanidad.

2.- Las políticas y estrategias laborales deberán poner el foco en “la persona”. Diversificación + diferenciación + internacionalización + profesionalización + … + actitud inteligente de cultura de formación continua.

3.- La prevención existirá aportando valor a la organización, será: estratégica, artesanal, personal e inteligente; aportando valor significativo, liderazgo y sostenibilidad a la persona, a la organización y a la sociedad.

La prevención del siglo XXI tendrá muchas oportunidades de desarrollo: La anomia, la #neuroPRL , la #PRLpositiva , …

AGRADECIMIENTOS

Llegados a este punto cuesta manifestar nuestro agradecimiento a tantas personas que nos apoyado en el estudio. Valga la representación que nos ofrece dos personalidades del mundo de la prevención de riesgos laborales que han inspirado esta tarea, por una parte, D. Manuel Bestratén Belloví, Consejero Técnico del INSST, y por otra parte, D. Juan Jiménez García, Profesor Titular de Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) y Director del Máster de Prevención por más de 20 años. A ambos agradecerles la constante inspiración, magisterio y dedicación en la formación de técnicos de prevención de riesgos laborales.

Igualmente, agradecer a los múltiples colaboradores, compañeras y compañeros de profesión, que siendo observadores de la realidad en materia de seguridad y salud nos conectan con la realidad en estos momentos de cambio del trabajo.

A todos ellos, agradecerles el interés y dedicación para mejorar las condiciones de trabajo. Gracias.

Y por último, dedicar el presente trabajo y todo su esfuerzo a las personas y familias que han sufrido un accidente laboral. Acordarnos de ellas nos ayuda a seguir trabajando para eliminar dichos accidentes y enfermedades profesionales, presentes y futuras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADECCO (2016). Informe del Futuro del trabajo en España. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2019]. Disponible en https://www.ceu.es/joblab/documentacion/informeAdecco.pdf

Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (2005). La responsabilidad social de las empresas y la seguridad y la salud en el trabajo. Edición: Luxemburgo, 2005. [Fecha de consulta: 6 de marzo de 2019]. Disponible en https://bit.ly/2Um0i5m

Altés, J. (2013). Papel de las tecnologías de la información y la comunicación en la medicina actual. Semin Fund Esp. Reumatol. 2013; 14(2) :31–35. Ed. Elsevier. [Fecha de consulta: 3 de abril de 2019]. Disponible en https://bit.ly/2FYflxg

Arosemena P R. (2018). ¿Qué es el locus de control interno y externo?. Psyciencia. [Fecha de consulta: 3 de abril de 2019]. Disponible en https://bit.ly/2CQpBFZ

Benavides F.G., Delclós J., Serra C. (2017). Estado de bienestar y salud pública: el papel de la salud laboral. Gaceta Sanitaria. Volume 32, Issue 4, July–August 2018, [Pages 377-380]. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2019]. Disponible en https://bit.ly/2UTFNAs

Bernal, I., Pedraza, N. y Sánchez, M. El clima organizacional y su relación con la calidad de los servicios públicos de salud: diseño de un modelo teórico. Estudios Gerenciales. 31 (134): 8-19, 2015. [Fecha de consulta: 13 de abril de 2019]. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21233043002

Bisquerra, R., y Pérez, N. (2007). Las competencias emocionales. Educación XXI, 10, 61-82. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2019]. Disponible en https://goo.gl/UoKbqd

Blanco Pérez, C. (2014). Historia de la neurociencia : el conocimiento del cerebro y la mente desde una perspectiva interdisciplinar. – Madrid : Biblioteca Nueva, 2014. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2019]. Disponible en https://bit.ly/2DehAKW

Correa Torres A. (2018). Neuroergonomía: una ciencia sobre el cerebro y la comodidad. Universidad de Granada. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2019]. Disponible en https://bit.ly/2UTCl97

Decker M., Fischer M. Otto I. (2016). Service Robotics and Human Labor: A first technology assessment of substitution and cooperation. Robotics and Autonomous Systems. Ed. Elsevier. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2019]. Disponible en https://bit.ly/2Gf0Nbs

Díaz Cabrera, M.D. (2013). Carga mental y estrés en el trabajo en Ramos, Grau (Ed.). Salud en el trabajo y riesgos laborales emergentes. pp. 113-128. Ed. Bomarzo. Albacete

Elias, M., et al. (1997). Promoting social and emotional learning. Guidelines for Educators. Alexandria, Virginia: ASCD (Association for Supervision and Curriculum Development). [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2019]. Disponible en https://goo.gl/9emEjT

Escudero Rodríguez, R. (2004). Legislación y prevención de riesgos laborales en el sector sanitario. Revista de Administración Sanitaria Siglo XXI. Vol. 2. Núm. 4. Octubre 2004 [Pp 531-764] [Fecha de consulta: 12 de marzo de 2019]. Disponible en https://bit.ly/2UiDKBP

Fernández-López J.A., Siegristb J., Rödelb A., Hernández-Mejíac R. (2003). El estrés laboral: un nuevo factor de riesgo. ¿Qué sabemos y qué podemos hacer?. Atención Primaria Vol. 31. Núm. 8. Mayo 2003. [Pp. 469-558].Ed. Elsevier. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2019]. Disponible en https://bit.ly/2UgVcGC

Frankl, V. (2015). El hombre en busca de sentido. Herder Editorial. 3ª Edición. Barcelona, 2015.

García-Cabrera, A. M.; Álamo-Vera, F. R.; García-Barba Hernández, F. (2011). Antecedentes de la resistencia al cambio: factores individuales y contextuales. Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa, vol. 14, núm. 4, 2011, pp. 231-246. Asociación Científica de Economía y Dirección de Empresas. [Fecha de consulta: 22 de marzo de 2019]. Disponible en https://bit.ly/2FGhQTC

Fernández Muñiz, B., Montes Peón, J.M., Vázquez Ordás, C.J. (2007). El sistema de gestión de la seguridad laboral: desarrollo y validación de una escala de medición. [Fecha de consulta: 24 de marzo de 2019] Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2471537.pdf

González Ruiz, M. M. (2017). Justicia organizacional, calidad de vida laboral y salud de los trabajadores. Ed. Universidad de Huelva. Huelva (2017). [Fecha de consulta: 15 de abril de 2019] Disponible en: https://bit.ly/2LFj9Vr

Gopalakrishnan, S., Damanpour, F., 1994. Patterns of Generation and Adoption of Innovations in Organizations: Contingency Models of Innovations Atributes. Journal of Engineering and Technology Management. 11, 96–116.

Grande-García, I. (2009). Neurociencia social: El maridaje entre la psicología social y las neurociencias cognitivas. Revisión e introducción a un nueva disciplina. Anales de Psicología, 25 (1), 1-20. [Fecha de consulta: 21 de marzo de 2019]. Disponible en https://goo.gl/oP8Px2

Giménez-Amaya J.M., Murillo J.I. (2007). Mente y cerebro en la neurociencia contemporánea. Una aproximación a su estudio interdisciplinar. Scripta Theologica 39 (2007/2) [Pp.607-635]. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2019]. Disponible en https://goo.gl/1BH7HB

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) (2012). Veinticinco años de prevención en España. Editoriales 1987-2011. Ed. INSHT.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) (2018). La gestión preventiva en las empresas en España. Análisis del módulo de prevención de riesgos laborales de la “Encuesta anual laboral 2016”. Edición: Madrid, noviembre 2018 NIPO (en línea): 276-18-061-3 . [Fecha de consulta: 6 de marzo de 2019]. Disponible en https://bit.ly/2XJlYur

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) (2011). Bestratén Belloví, M. NTP 911. Productividad y condiciones de trabajo (I): bases conceptuales para su medición.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) (2013). Bestratén Belloví, M., Poy Quintana, X., Ruiz-Escribano Taravillae, Mª T. NTP 967. Eficacia preventiva y excelencia empresarial (II): buenas prácticas en gestión preventiva. NIPO: 272-13-036-3

López Fernández, M. P. El concepto de anomia de Durkheim y las aportaciones teóricas posteriores. Iberoforum. Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana [en linea] 2009, IV (Julio-Diciembre) : [Fecha de consulta: 6 de marzo de 2019] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=211014822005> ISSN

Martín Bello, J.C., Marrero Rodríguez J.R. (2015). Cambio de cultura y ‘coaching’ en un hotel. Revista Atlántida: Revista Canaria de Ciencias Sociales, ISSN 2171-4924, Nº. 6, 2014-2015. [Fecha de consulta: 21 de marzo de 2019] Disponible en: https://goo.gl/PCXo9Z

Moreno Jiménez B. (2011). Factores y riesgos laborales psicosociales: conceptualización, historia y cambios actuales. Medicina y seguridad del trabajo. Número suplemento 1Tomo 57 · 2011 Med Seg Trab Internet 2011; 57. Suplemento 1: 1-262 [Fecha de consulta: 21 de marzo de 2019] Disponible en: https://bit.ly/2Q6yPSd

Muñoz Maya, C.M., Díaz Villamizar, O.L. (2014). El Coaching y la transformación organizacional: una oportunidad para las Empresas y los Coaches. Suma de Negocios. 5. 10.1016/S2215-910X(14)70020-5. Ed. Elsevier

Naranjo Valencia, J., Calderón Hernández, G. (2015). Construyendo Una Cultura de Innovación. Una Propuesta de Transformación Cultural. Estudios Gerenciales 31 (2015) 223–236. Ed. Elsevier. [Fecha de consulta: 21 de marzo de 2019] Disponible en: https://goo.gl/ufKNqp

Navarro Ojeda C. B., Pérez Delgado M.A., (2018). Ámbito Jurídico de la Prevención. Ed. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria.

O'Reilly, (1989). Corporations, Culture and Commitment: Motivation and Social Control in organizations. California Management Review, 31 (1989), pp. 9-25

OIT (2016). ESTRÉS EN EL TRABAJO: Un reto colectivo. Ed. OIT. Ginebra. [Fecha de consulta: 8 de abril de 2019] Disponible en: https://bit.ly/2KUP6Hm

Páez Rovira, D. (Coord.) (2003). Psicología Social, cultura y educación. Ed. Universidad del País Vasco (2003). [Fecha de consulta: 10 de abril de 2019] Disponible en: https://bit.ly/2Kngjar

Pizarro Moreno, Isabel, Real, Juan C., Rosa, M. Dolores de la, La incidencia del capital humano y la cultura emprendedora en la innovación. Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa [en linea] 2011, 14 (Sin mes) : [Fecha de consulta: 18 de marzo de 2019] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80718688001> ISSN 1138-5758

Qureshi, M.O., Sajjad, S.R. (2014). The Impact of Robotics on Employment and Motivation of Employees in the Service Sector, with Special Reference to Health Care. Safety and Health at Work. Ed. Elsevier. [Fecha de consulta: 18 de marzo de 2019] Disponible en: https://bit.ly/2Gm3GZo

Ramos Quintana, M.I. (dir.) (2017). Estrés laboral y deterioro de la salud: la organización del trabajo en la empresa como centro de imputación, en Riesgos psicosociales y organización de la empresa. Ed. Thomson Reuters Aranzadi. Pamplona (2017)

Rodríguez Carvajal R., De Rivas Hermosillas S. (2013). Medicina y seguridad del trabajo. Número suplemento 1Tomo 57 · 2011 Med Seg Trab Internet 2011; 57. Suplemento 1: 1-262 [Fecha de consulta: 21 de marzo de 2019] Disponible en: https://bit.ly/2Q6yPSd

Sánchez-Herrera Bautista-Cámara, I.S., (2017). 1ª Encuesta en España a técnicos de prevención de riesgos laborales. AEPSAL - TPRL de SPA. [Fecha de consulta: 2 de abril de 2019] Disponible en: https://bit.ly/2I6zdQk

Verra S.E., Benzerga A., Jiao B., Ruggeri K., (2017). Health Promotion at Work: A Comparison of Policy and Practice Across Europe. Safety and Health at Work. Ed. OSHRI. Safety and Health at Work 10 (2019) 21e29. Fecha de consulta: 15 de abril de 2019] Disponible en: https://bit.ly/2KGwaBp

Visdómine-Lozano, J.C., Luciano C. (2005). Locus de control y autorregulación conductual: revisiones conceptual y experimental. International Journal of Clinical and Health Psychology 2006, Vol. 6, Nº 3, pp. 729-751. [Fecha de consulta: 3 de abril de 2019] Disponible en: https://bit.ly/2FRSl1N

INNOVACIÓN EN LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO: BAJO COSTO, ALTO IMPACTO

RESUMEN / ABSTRACT

Desde hace más de una década, el mundo está experimentando una revolución tecnológica, entornos dinámicos y altamente competitivos, que obligan a los líderes a evaluar sus estratégicas e incorporar diversos modelos de control. Psicólogos afirman que el ser humano se emotiva cuando hay cosas nuevas, es por ello que Komatsu combina ese contexto actual y la necesidad de transformar los Sistemas de Gestión, a través de la inclusión de ayudas tecnológicas, que no solo generen mayor participación de los trabajadores, sino que aseguren que el ciclo PHVA que tanto se menciona y que muchas veces no se cumple, sea efectivo.

Al nombrar las palabras innovación y tecnología, es posible que se considere una inversión alta, sin embargo, se plantea la inclusión de aplicaciones existentes, de bajo costo y fácilmente adaptables ante las necesidades de la empresa. La gestión de la información, la facilidad de reportar, el rápido análisis de datos y tendencias para la toma de acciones fue posible mediante la personalización de una aplicación informática disponible para los sistemas operativos Android.

“Yo Decido Mi Seguridad”, solo es uno de los ejemplos de las bases de datos y checklist creados, en ella se puede consultar las lecciones aprendidas de todos los
eventos, permitiendo hacer búsquedas por agente, factor de riesgo, clasificación del evento, convirtiéndose en la entrada perfecta para entrenamientos y aún más importante, el poder del conocimiento: que paso y como el trabajador puede evitarlo. Lo anterior prueba que es posible innovar en la gestión de Seguridad y Salud a costos significativamente bajos frente a grandes beneficios.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Asegurar el ciclo PHVA en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo
Gestión efectiva de la información a través de ayudas tecnológicas
Inclusión de ayudas tecnológicas a bajo costo

AUTORES / AUTHORS

Shirley Gómez Macías
KOMATSU COLOMBIA SAS
shirley.gomez@komatsu.com.co
Joyce Quezada Delgado
KOMATSU COLOMBIA SAS
alberto.quezada@komatsu.com.co

INTRODUCCIÓN

En 2017, la Organización Internacional del Trabajo reconoció la necesidad de mejorar la recopilación y la utilización de datos fiables sobre seguridad y salud en el trabajo, y en particular, sobre la prevención de los accidentes de trabajo y las enfermedades laborales. A través de su campaña del Día Mundial de la Seguridad y Salud en el Trabajo, destaca la importancia de la recopilación y utilización de datos fiables sobre SST para detectar nuevos peligros y riesgos emergentes, identificar sectores peligrosos y desarrollar medidas de prevención; la campaña incluyo materiales de orientación, tales como repertorios de recomendaciones prácticas y guías; normas internacionales del trabajo, ejemplos de buenas prácticas a nivel nacional, documentos de estrategia, informes y bases de datos. La OIT insiste en este contexto y plantea para la campaña de 2019, mejoras en la seguridad y salud en el trabajo a través de cambios que se están produciendo en ámbitos como la tecnología, la demografía, la organización del trabajo y el cambio climático, reconociendo que es necesario que las Organizaciones se flexibilicen ante el cambio global y adopte estas tendencias para su efecto positivo en la gestión SST.
La Fundación Internacional ORP por su parte, en el marco de la ORP Conference de 2017 menciona que en las empresas existen debilidades para la explotación de datos propios y que, en muchos casos, estos no convergen con sus objetivos organizacionales. Por otro lado, la ORP también plantea el concepto de prevención en la era digital, el cual es uno de los propósitos de este proyecto.

Todos los cambios que sugieren estas Organizaciones internacionales son indispensables para generar una transformación en la gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo, en función del uso de la información y las herramientas para su administración, para que estas contribuyan en la formulación de políticas, sistemas y programas a nivel internacional, nacional y empresarial ante la problemática global existente.

El Taller de Reparación y el Departamento de SSOMA de Komatsu Colombia S.A.S. identificando este contexto actual y sumado a las necesidades propias de flexibilizar la gestión y hacerla más dinámica yefectiva para la buena toma de decisiones, y que estas, realmente impacten en la prevención de accidentes y enfermedades laborales; contempla la inclusión de diversas herramientas tecnológicas. Es así, que tras la inquietud de colaboradores y un brainstorming de sugerencias, nace la propuesta de poner en marcha una aplicación para la administración de base de datos, que sea fácil de utilizar, adaptable a la mayoría de sistemas operativos, flexible, sin dependencia de una mesa de ayuda externa y de bajo costo.

Memento Data Base, es una aplicación disponible para los sistemas operativos Android, mediante el cual se gestionan bases de datos de una manera simple y personalizada; puede ser utilizada por cualquier persona, es práctica y se maneja de forma sencilla y rápida. A través de esta se puede crear, gestionar, organizar y hasta compartir bases de datos, de manera simple y autónoma.

Colaboradores inquietos del equipo se proponen adoptar esta herramienta y diseñar dos formularios en línea, a través de los cuales, todo usuario que tenga acceso podrá reportar condiciones y actos inseguros e inspecciones pre-operacionales de equipo liviano. Después de una puesta en marcha y observando laviabilidad y el impacto positivo en uno de los centros negocios, se amplía el alcance a otras sedes del paísy se desarrolla otros formularios en línea de reportabilidad y consulta, generando así el inicio de unatransformación digital que impacto positivamente a la estrategia de prevención, que es de fácil manejo y a
un costo mínimo.

JUSTIFICACIÓN

En el año 2016, el Departamento de SSOMA enfrentaba varios desafíos debido a la complejidad de laadministración de la información, el crecimiento de la población, la poca participación en la identificación de peligros por parte de los trabajadores y la necesidad de estar en el Gemba y no tras un escritorio alimentandoun Sistema de Gestión. Es por ello que se contempla la posibilidad de usar herramientas tecnológicas en la gestión de los procesos. A continuación, se relacionan las razones que justifican el desarrollo de este proyecto:

- La generación de una mayor participación en la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo. El hacer que el personal, sin importar su nivel jerárquico participe en el reporte e identificación de condiciones y conductas inseguras y se le sea fácil hacerlo.
- Preservación de la información. En Colombia, el Decreto 1072 de 2015 del Ministerio de Trabajo exige la conservación de ciertos documentos y registros por un periodo mínimo de veinte (20) años contados a partir del momento en que cese la relación laboral del trabajador con la Organización. En una eradigital y en pleno auge de la seguridad de la información, nace otra razón para iniciar la transición de digitalizar estos documentos, asegurando su conservación y fácil consulta.

- Simplificar la gestión del seguimiento de los reportes e inspecciones preoperacionales de los vehículos. La necesidad de monitorear en línea el cumplimiento de estrategias de intervención de riesgos identificados diariamente a través de la APP, facilita lo solicitado legalmente. La resolución 1565 de 2014 del Ministerio de Transporte de la Republica de Colombia, exige el establecimiento de un Plan Estratégico de Seguridad Vial y en uno de sus ejes contempla la obligación del registro de la inspección diaria de los vehículos que se utilizan en función del trabajo. Para el Departamento de SSOMA era casi imposible hacer seguimiento a este cumplimiento diario; a través de la app, esta problemática se simplifico.
- Registro de la información. Una de las problemáticas para los gestores en prevención era el registro de la información para su posterior análisis. Para el Taller EMS de KCO, el registro de más de veinte (20) reportes diarios; entre pre-operacionales de equipos y herramientas, inspecciones, condiciones, no conformidades y desviaciones hace poco eficiente cualquier herramienta de seguridad y deja de ser un instrumento de prevención y se convierte en un papel más por llenar. Una condición reportada el primer día del mes, solo podría verse por el responsable de su intervención una vez que el gestor consolidara la información y enviara un informe mensual o periódico, aumentando así la probabilidad de que esa condición se materializara en un accidente o enfermedad. Situaciones como la anterior se materializan como el evento descrito a continuación, ocurrido en 2019 en Komatsu Chile KRCC:

Antecedentes del Incidente

Fecha	Faena	Titulo	Tipo Incidente
31-01-2019	Edificio K4 piso dos, Santiago	Fractura dedo gordo pie derecho	CTP – 7 días

Descripción del incidente
Trabajadora de Product Support se aproximó a saludar a un compañero de trabajo en el piso 2 del edificio k4 (zona Porduct Support) por lo que apoyó sus manos sobre uno de los vidrios (separador de escritorio) del escritorio. En el momento que posó las manos sobre el vidrio, este se desprendió de las sujeciones y cayó en forma vertical sobre su pie derecho ocasionando una lesión en el dedo gordo.

KOMATSU

Imagen N°1. Descripción del evento.

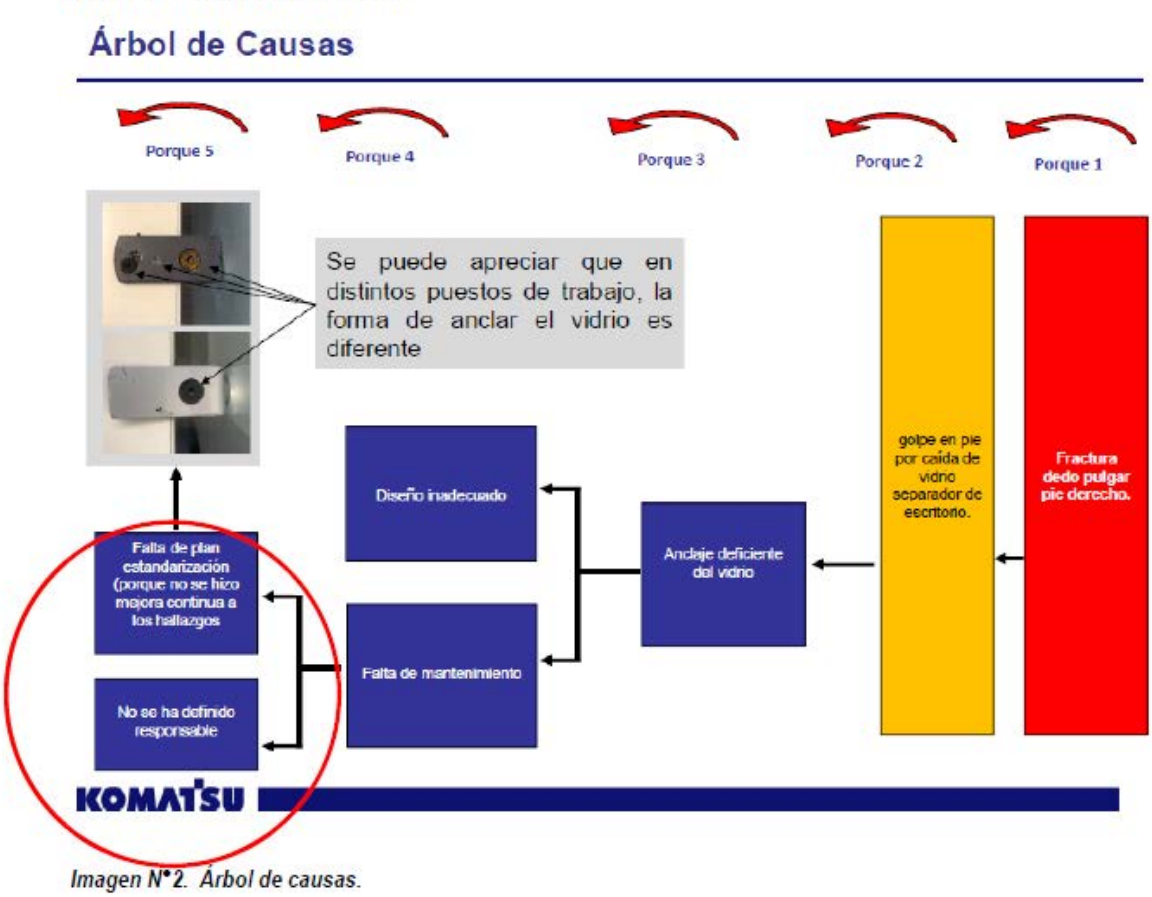


Imagen N°2. Árbol de causas.

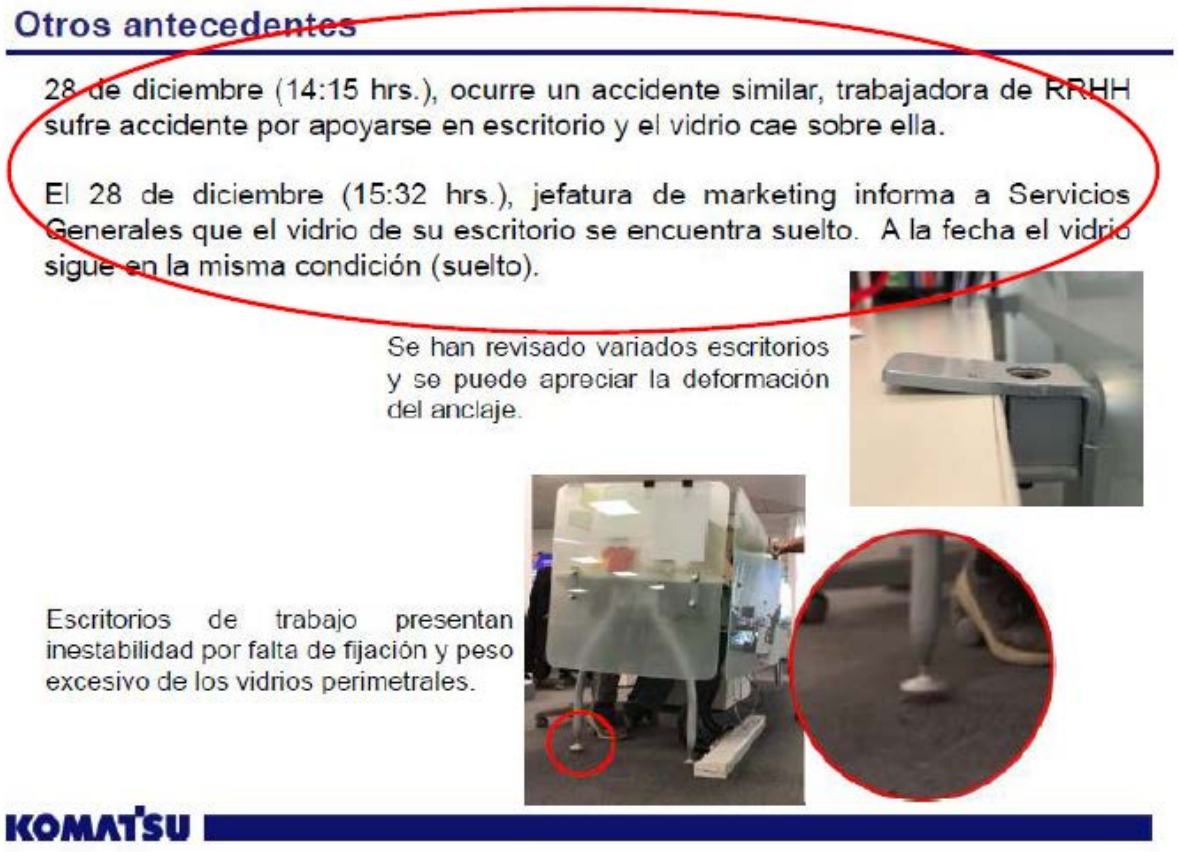


Imagen N°3. Otros antecedentes

- El poder del conocimiento. Aprender realmente de lo sucedido es considerado un arma poderosa en la prevención; tener a la mano la información de antecedentes de eventos que puedan permitirnos evitar un evento similar y conocer que podemos hacer para que no se repita. Esto contribuye a la mejora continua especialmente enfocado a la prevención de accidentes y enfermedades laborales y a la eliminación de la causa raíz de estos.
- Debilidades en el análisis de información. A través de la adecuada administración de datos fiables, es posible la formulación ideal de políticas y objetivos, además permitirá la estructura de estrategias que apunten realmente a la solución efectiva de los problemas.
- Romper paradigmas relacionados a la era digital. Convencer a la gerencia de la aplicabilidad de ciertas herramientas informáticas en las operaciones del Taller y diversas unidades de negocio, sin una inversión considerable era un desafío por cumplir.
- Preservación del medio ambiente. El aspecto ambiental identificado en la Organización del uso y generación del papel se elimine o minimice, evitando el impacto de la contaminación del suelo.

OBJETIVOS

Objetivo General. Garantizar la mejora en la gestión de la información relacionada a seguridad, salud en el trabajo, medio ambiente y calidad, a través de la implementación de una herramienta digital de bajo costo que proporcione datos fiables para la formulación de estrategias y políticas que contribuyan en la disminución de la probabilidad de ocurrencia de accidentes, enfermedades, garantías y desviaciones generales de los procesos.

Objetivos Específicos:

- Generar mayor acceso a la información para consulta de lecciones aprendidas, que permitan crear conciencia y prever eventos similares.
- Incrementar el reporte de hallazgos y actos inseguros, haciéndolas visibles para toda la Organización.
- Asegurar el cierre oportuno de las acciones generadas de los hallazgos críticos reportados, previendo eventos asociados a estas.

- Salvaguardar la información de forma digital para su preservación en el tiempo.
- Mejorar la administración de los datos para su análisis y toma efectiva de acciones.
- Disminuir el consumo de papel en las operaciones.

METODOLOGÍA

El proyecto es de carácter descriptivo, dado a que se detalla los atributos de la herramienta (app), desde su personalización, hasta la puesta en marcha y análisis de resultados.

El proyecto se desarrolló a través de la ejecución consecutiva de las siguientes actividades:

- Brainstorming de sugerencias, contemplando las apps disponibles.
- Definición de Recursos
- Descripción y Personalización de la app
- Sensibilización y puesta en marcha
- Análisis de seguimiento e impacto en las operaciones.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se describe el paso a paso para la implementación de la app Memento Data Base:

1. BRAINSTORMING

Se analizan las posibles aplicaciones disponibles que cumplan las siguientes características:

- App disponible para sistemas operativos Android, debido a que las cuentas de celulares corporativos son Android.
- Bajo costo, que fuera imperceptibles para la Gerencia.
- Que permita la creación de diversos checklist, a las necesidades particulares de los procesos (personalizar).
- Compatibilidad con otras aplicaciones para organizar y compartir las bases de datos de manera simple.
- Que permita registrar evidencias tales, como archivos y fotografías.
- Que fuese compatible con Google.

Se analizaron cuatro (4) aplicaciones disponibles:

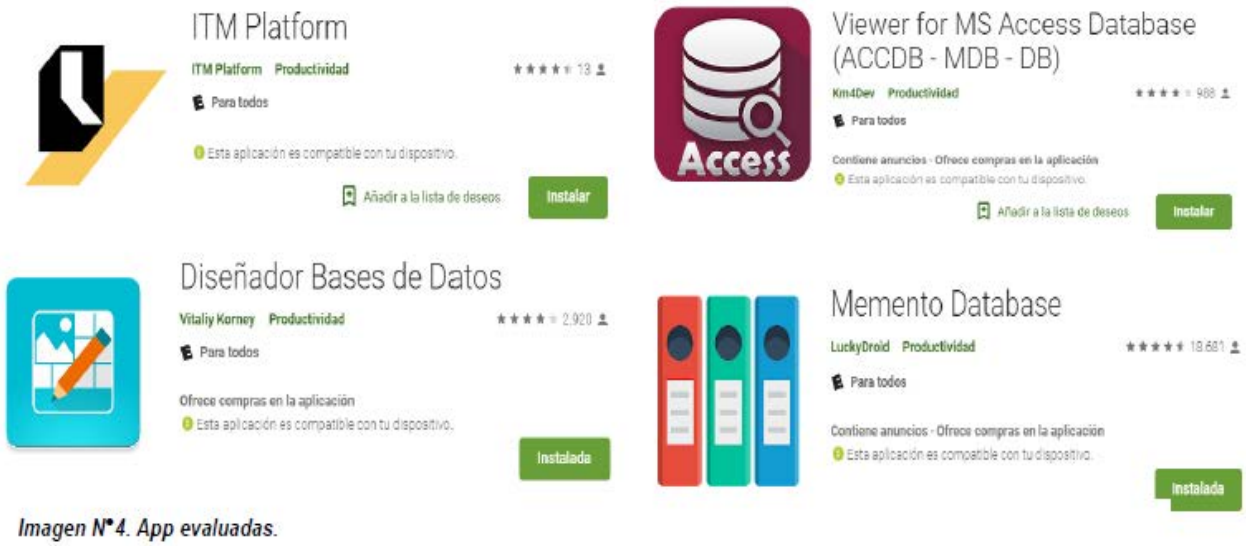


Imagen N°4. App evaluadas.

Entre las características en común:

- Solo disponibles para Sistemas operativos Android, no disponibles para IOS
- Es posible gestionar bases de datos.

Características diferenciadoras:

- Viewer for MS Access Database no tiene versión paga y es susceptible a mucha publicidad, opciones de búsqueda limitada, difícil edición del base de datos desde la app.
- ITM Platform, se enfoca más a la administración de proyectos.
- Diseñador de base de datos permite la creación de bases de datos, sin embargo, la versión gratuita no permite la sincronización con la Nube.
- Memento Database, permite una opción gratuita y una suscripción PRO, es posible la creación de bases de datos con la posibilidad de bloquear ciertas funciones, fácil sincronización con la Nube.

Una vez analizadas las diferencias y atributos de las anteriores aplicaciones se escoge Memento Data Base,
como la opción más cercana a la herramienta que se requería

2. DEFINICIÓN DE RECURSOS

En 2016, para la creación de los primeros dos (2) checklist fueron necesarios los siguientes recursos, los cuales fueron aprobados por la Gerencia SSOMA

Disponibilidad de acceso a internet.	Disponible	✓
Celular o PC	Disponible	✓
Suscripción PROFESIONAL mensual Memento Data Base	**COP 16.017 // USD 5**	✓

**La versión gratuita tiene limitaciones, relacionadas a la cantidad de bases de datos y opciones.*

En 2017 posterior a la puesta en marcha de las dos primeras bases de datos, y expuestas a la Gerencia de Taller, se aprueban y disponen los siguientes recursos:

(3) Tablet 3 8" 4g LTE, Sistema operativo: Android 5.1	**COP 1.840.824 // USD 593,89**	✓

**Tablet para grupos de Trabajo del Taller EMS.*

En 2018, dado a continua funcionabilidad de la app y la creación de diversas bases de datos se autorizaron otros recursos:

(1) Tablet 3 8" 4g LTE, Sistema operativo: Android 5.1	**COP 613.608 // USD 197,90**	✓
Suscripción PROFESIONAL PLUS mensual Memento Data Base	**COP 26.710 // USD 8,6**	✓

**La versión Profesional Plus amplia la capacidad de almacenamiento, ver Imagen N°5.*

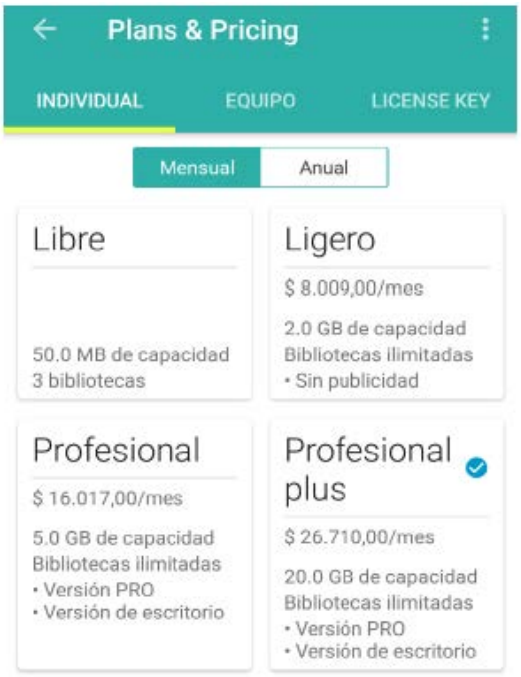


Imagen N°5. Planes y Precios APP Momento Data Base

3. DESCRIPCIÓN Y PERSONALIZACIÓN DE LA APP

Memento Data Base. Es una solución fácil de usar y personalizable para la gestión de base de datos. Memento le permite a su equipo gestionar toda la información con facilidad y eficacia. A diferencia de otras herramientas de gestión de base de datos, Memento base de datos proporciona una funcionalidad embalado en la interfaz de usuario simple que hace que sea útil tanto para los usuarios experimentados como los que resuelven problemas ocasionales.

Características claves:

- Almacenamiento de entradas con campos personalizados.
- Realización de análisis de datos, incluyendo la agregación, la cartografía, clasificación, agrupamiento y entradas de filtrado por cualquier campo.
- Visualización de datos en forma de una lista, un conjunto de tarjetas, una mesa, en un mapa, o en un calendario.
- Sincronización con Google Sheets.
- Almacenamiento en la nube y trabajo en equipo, facilitando el acceso a las bibliotecas a otros usuarios.
- Entrada de datos sin conexión.
- El acceso a los datos de varios dispositivos de Android y de los ordenadores portátiles y de escritorio; los usuarios pueden trabajar con las mismas bibliotecas en sus teléfonos, tabletas y PC.
- La construcción de los formularios de recogida de datos.
- Decenas de tipos de campos, incluyendo texto, entero, real, booleano, fecha / hora, calificación, casillas de verificación, botones de radio, moneda, imagen, firma, archivo, audio, contactos, cálculo, JavaScript, geolocalizaciones con Google Maps coordenadas, y otros.
- Importación y exportación de archivos CSV, lo que permite la interoperabilidad con programas populares como Microsoft Excel, FileMaker.
- Búsqueda de entradas en la base de datos de código de barras.

Descárguela aquí: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.luckydroid.droidbase

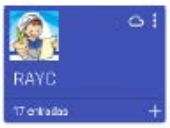
- Personalización de la APP:

Dos colaboradores del Taller EMS, son los responsables de la creación y actualización de las bases de datos creadas; el aprendizaje fue autónomo, consultando en línea la forma y método para el diseño de estas.

Ver vídeo N°1 instructivo para creación de librería: https://drive.google.com/open?id=1RRiGzBmxmLbwwDfD1CTO-f1fISi1QD8e

Teniendo en cuenta los atributos de la herramienta y las diversas necesidades, se crean las siguientes librerías (bases de datos), que funcionan hoy para diversas unidades de negocio de Komatsu Colombia.

✓ *MODULO SSOMA:*



- **RAYC:**
Reporte de Actos y Condiciones inseguras.



- **REGISTRO DE INDUCCIONES DE CONTRATISTAS:**
Control de Vigencia de inducciones de personal contratista para la autorización de trabajados en la sede.



- **USO Y ESTADO DE EPP:**
Registro de Inspección mensual de Estado y Uso de EPP.



- **INSPECCIÓN GEMBA:**
Registro en línea de inspección de lugar de trabajo para ejecución de inspecciones gerenciales y de Copasst.



- **PRE-OPERACIONAL GRÚAS INTERIORES:**
Registro de Inspección diaria de Jib Crane y Puente Grúa.



- **PRE-OPERACIONAL COMPRESOR**
Registro en línea de inspección pre-operacional de Compresor de Taller



- **PRE-OPERACIONAL MONTACARGAS:**
Registro de Inspección diaria de Montacargas



- **AST**
Registro del Análisis Seguro de Tareas, de las actividades ejecutadas en las Operaciones de Taller y Field Service.



- **CHECKCAR:**
Desarrollo en línea de las inspecciones pre-operacionales de vehículos livianos.



- **PRE-OPERACIONAL GRÚAS INTERIORES:**
Registro de Inspección diaria de Cabina de Pintura



- **YO DECIDO MI SEGURIDAD*:**
Consulta en línea de las lecciones aprendidas de los últimos eventos (accidentes) ocurridos en Komatsu Colombia.

Ver vídeo N°2 instructivo instalación librería CheckCar: https://drive.google.com/open?id=1YzZM-2PTapFM3Q36K39EtZ8jGgYX05_E
Ver vídeo N°3 instructivo uso de librería CheckCar: https://drive.google.com/open?id=1ukw9UsXa7qOOg2wEBmbLoQDknett7sU

✓ ***MODULO PROCESOS (Calidad):***



- **ORDENES DE SERVICIO:**

Consulta de información general, comercial y estatus de las Ordenes de Servicio.



- **ACCIONES DE MEJORA**

Registro de Solicitud de Mejoras que impacten a los procesos, a la calidad, seguridad o salud.



- **PERSONAL KCOL:**

Consulta de la base de datos de personal activo de Compañía.



- **CONCESIÓN:**

Registro de Autorización para utilizar o liberar un producto que no es conforme



- **DPR (DESVIACIÓN DE PRODUCTO REPARADO):**

Reporte de Productos No Conformes derivados a las reparaciones realizadas en el EMS



- **ALERTAS DE CALIDAD:**

Registro de acciones correctivas y correcciones ante desviaciones de procesos. Incluye reproceso, garantías, no conformidades.



- **REPORTE DE NO CONFORMIDADES:**

Registro de no conformidades en el EMS.



- **UPC:**

Registro de la ubicación en taller (estanterías y espacios), de las partes de los componentes que se reparan en Taller EMS.

video N°4 instructivo uso de librería DPR: https://drive.google.com /open?id=15e8iwWo66ry4FAltgvna8gPtZv7up0oq

- *LIBRERÍA "YO DECIDO MI SEGURIDAD"

Una de las debilidades que se evidencia en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, es la dificultad de garantizar la mejora continua en los procesos.

A partir de que ocurre un evento, es responsabilidad de todos los actores participar en la investigación de las causas inmediatas, básicas, el levantamiento de las acciones correctivas y en la construcción y difusión de
las lecciones aprendidas, estas últimas un poco más olvidadas. ¿Cómo garantizar que todo personal tenga acceso a esta información?, es ahí cuando parte de la solución la tenemos de la mano; la construcción de una base de datos a través de Memento que pueda ser alimentada por los diversos gestores del Departamento de SSOMA, y que a su vez esté disponible para todos los niveles de la Organización.

"Yo Decido Mi Seguridad", permite consultar las lecciones aprendidas de los eventos por clasificación: Fatales, LTI (Lesión con tiempo perdido), RWI (Trabajo restringido), MTI (Tratamiento médico), FAI (Primeros auxilios), Cuasiaccidentes, Perdidas Económicas, Accidentes sin lesión, Ambiental y otros. Tambien existe una búsqueda avanzada por factor de riesgo, agente del accidente, unidad de negocio y falla en el modelo

preventivo de Komatsu, planteando de esta manera conductas o comportamientos seguros que pueden adoptar las personas ante ciertas situaciones, para así disminuir la probabilidad de ocurrencia de un accidente. Imagen N°6



Imagen N°6. Vista de la base de datos "Yo Decido Mi Seguridad"

Ver vídeo N°5 de consulta de lecciones a través de la app: https://drive.google.com/open?id=1QPjGCPRiJh3thQMZ8ojApoO4YbSSMZS

Uno de los objetivos estratégicos de la Gerencia SSOMA para 2019, es fortalecer el uso de esta base de datos en toda la Organización, y que esto se refleje directamente en la disminución de los índices de accidentalidad de Komatsu.

Mediante la implementación de la librería se pretende disminuir la generación de eventos similares a través del planteamiento adecuado de los planes de acción globales. La ocurrencia de un número de eventos similares podría generar eventos mortales, sino se intervienen eficazmente. Un adecuado análisis de la información de manera macro podrá facilitar las entradas para la intervención de los riesgos prioritarios de las Operaciones, proporcionando un punto de partida claro para la formulación de estrategias. Ver Imagen N°7.

Factor de Riesgo	N° de eventos	Falla de la Mano preventiva	Registros
Tránsito	21	Visibilidad de los riesgos	
Mécanico	21	Equipos y Herramientas	
Locativo	18	Ambiente de Trabajo	

Imagen N°7. Caracterización de Accidentes 2015-2019 “Yo decido mi Seguridad”

- Versión Desktop:

Memento Data base en su Plan Profesional y Profesional Plus, cuenta con la opción de escritorio, la cual esmuy útil para las personas que administran la plataforma, como también para los líderes de procesos. Ver

Imagen N° 8.

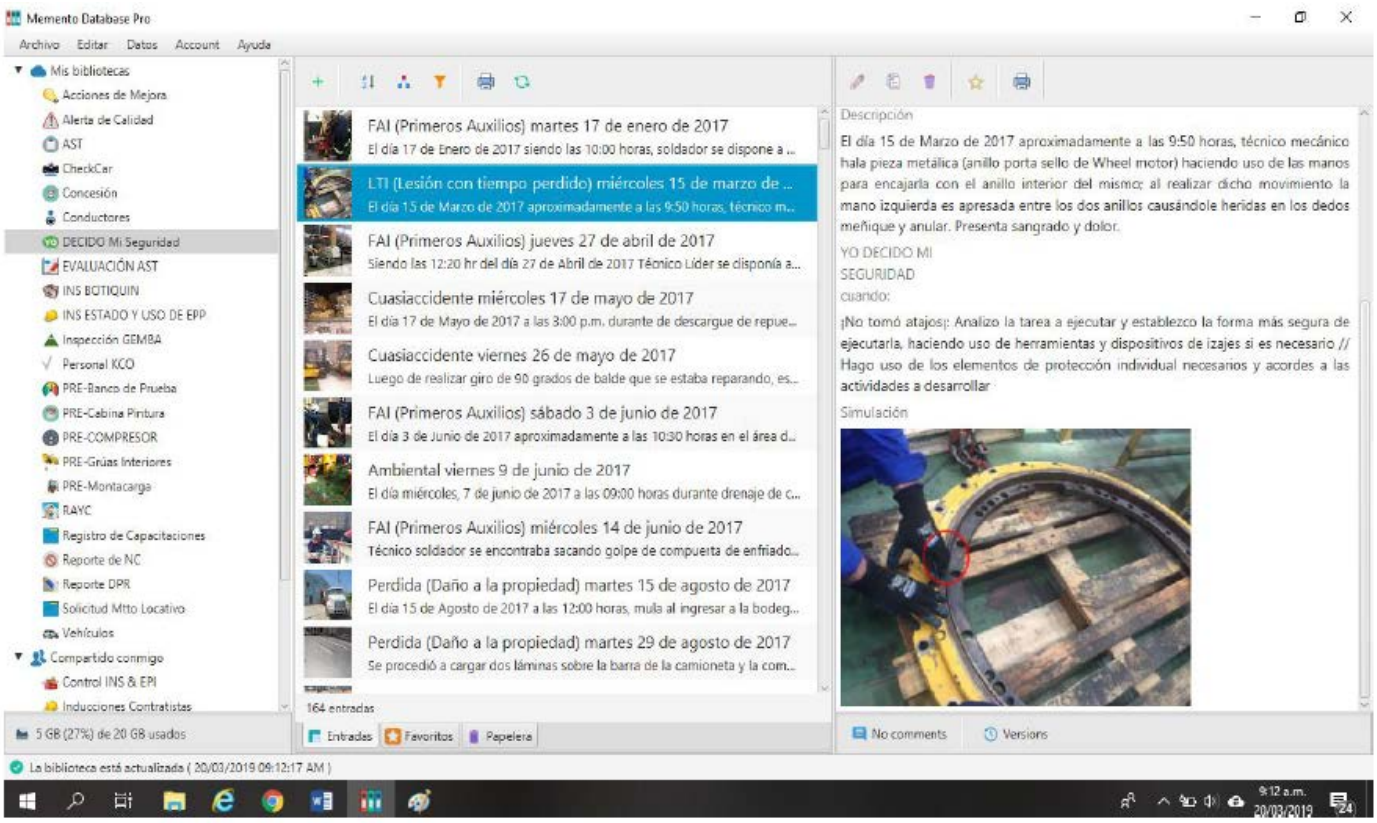


Imagen N°8. Versión escritorio Memento Data Base

La versión de escritorio permite personalizar el diseño y contenido de impresión para su almacenamiento y difusión posterior:

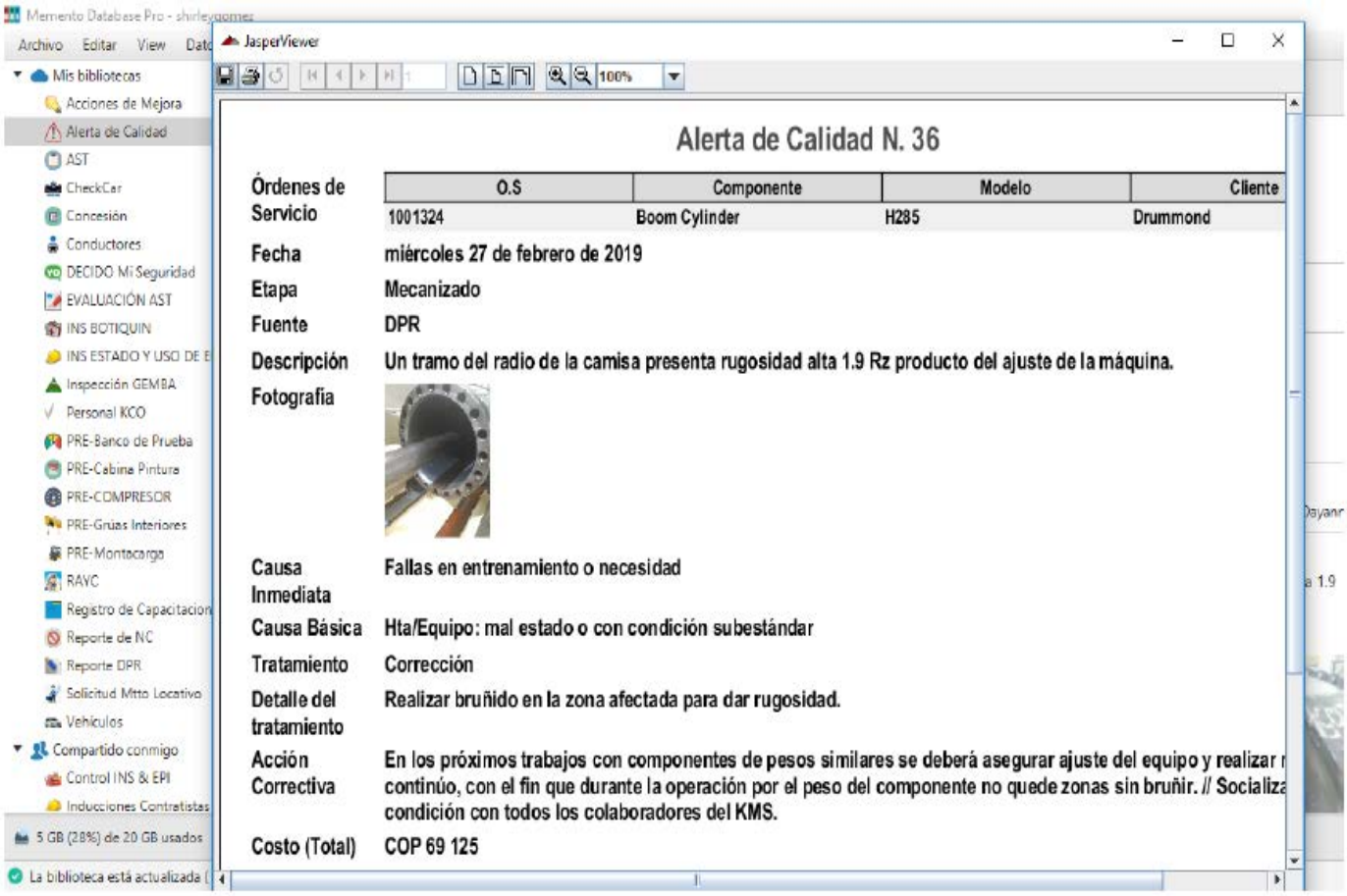


Imagen N°9. Reporte de Alerta de Calidad, generada por Memento versión Desktop

4. SENSIBILIZACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Para la puesta en marcha fue necesario crear un (1) usuario general para las Tablets de taller, por medio del cual, los técnicos del área operativa podrían acceder a las diferentes librerías. Para aquellos colaboradores que tuviesen celular corporativo, la mayor parte administrativos, se crearon cuentas Free de Memento Data base, a través de su correo electrónico corporativo, esto garantiza, que una vez el colaborador no esté activo en la Organización, esta cuenta es inhabilitada automática por el equipo de IT.

Validado el usuario, los responsables de la administración de la app, comparten las librerías con permisos limitados según el perfil:

Perfil Operativo (Incluye administrativos de Taller)	Perfil Estratégico // Gerencial
✓ RAYC ✓ CHECKCAR ✓ PRE-OPERACIONAL DE EQUIPOS ✓ AST ✓ YO DECIDO MI SEGURIDAD ✓ DPR ✓ CONCESIÓN ✓ NO CONFORMIDADES ✓ ACCIONES DE MEJORA ✓ INDUCCIONES DE SEGURIDAD ✓ ORDENES DE SERVICIO	✓ RAYC ✓ CHECKCAR ✓ INSPECCIÓN GEMBA ✓ YO DECIDO MI SEGURIDAD

El día 27 de julio de 2016 se inició la implementación de las app Check Car y RAYC para el personal que contara con celular corporativo para la sede de Soledad en el Taller EMS. Ver Imagen N°10.



Imagen N°10. Registro de actividades del mes julio 2016. Tomado de Informe SSOMA mensual.

Posteriormente el 2 de junio de 2017, se realiza entrenamiento al personal operativo de taller, al adquirir Tablets para poner en marcha la reportabilidad en el área operativa. Ver Imagen N°11.



En 2018 se dio continuidad a la aplicabilidad de las bases de datos ampliando su alcance en diferentes sedes. Imágenes N°12 y N°13.



Imágenes N°12 y N°13. Implementación en las Operaciones.

El departamento SSOMA prepara para 2019, la puesta en marcha de "Yo Decido Mi Seguridad", se espera que, a más tardar a mediados del año, se inicie la utilización de esta base de datos en todas las sedes en escenarios como charlas, capacitaciones, entrenamientos, en la ejecución de análisis de riesgo de tareas y otros. Ver Imagen N°14 Campaña preliminar de lanzamiento.



Imagen N°14. Campaña de comunicaciones “Yo Decido Mi Seguridad”

RESULTADOS

ANÁLISIS DE SEGUIMIENTO Y DESEMPEÑO GENERAL (RESULTADOS)

Analizando el impacto desde el inicio de la aplicabilidad de la herramienta en las operaciones del Taller EMS, podemos citar los siguientes resultados:

- Aumento evidente del reporte de condiciones y actos inseguros (RAYC), así como también el registro de hallazgos derivados a inspecciones, pre-operacionales, y otras fuentes, asegurando su seguimiento y cierre. Cabe resaltar que, en 2016, no se registraban hallazgos, solo RAYC.

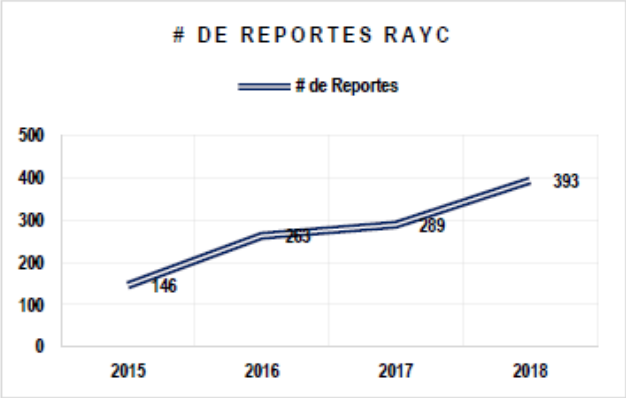


Gráfico N°1. Tendencia de reportes RAYC



Gráfico N°2. Tendencia de registro de Hallazgos (otras fuentes)

- Mejora paulatina del cierre de acciones derivadas de condiciones sub estándar, actos inseguros y hallazgos generales, teniendo en cuenta que el número de reportes y hallazgos aumento significativamente.

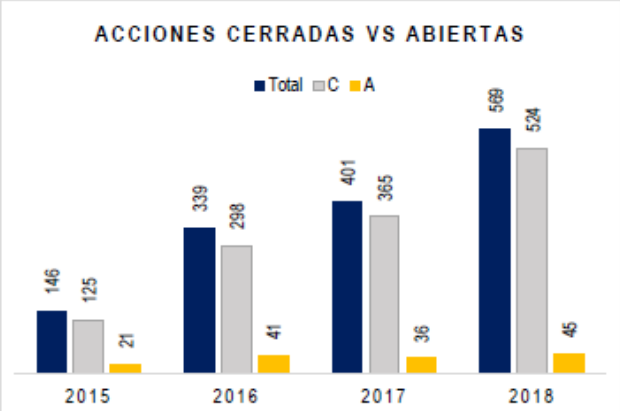


Gráfico N°3. # de acciones cerradas vs abiertas

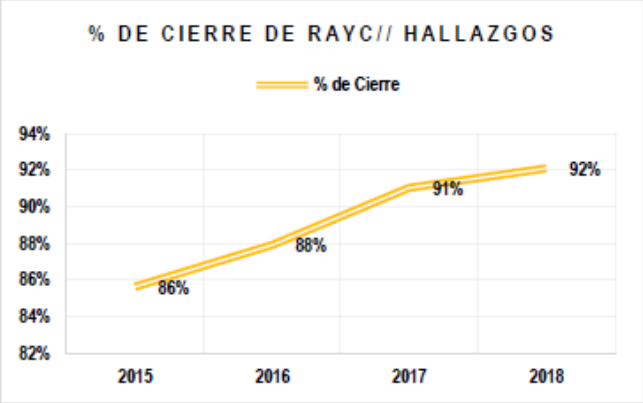


Gráfico N°4. Tendencia cierre de acciones

- Se hizo visible las condiciones inseguras y conocidas para toda la sede. Una de las cualidades de la aplicación, es que permite compartir las bases de datos y tener acceso a ellas en cualquier momento, sin dependencia de red de internet, esto permite que condiciones que quedaban en papel, ahora son visibles para cualquier usuario del Taller EMS.



Imagen N°14. Vista Librería RAYC



Imagen N°15. Vista Librería Inspección GEMBA

- A través de la funcionalidad de la librería "Yo Decido Mi seguridad", todos los colaborares podrán tener acceso a la información para consulta de lecciones aprendidas, que permitan crear conciencia y prever eventos similares. Una vez se implemente la librería se medirá su impacto teniendo en cuenta la prevalencia de accidentalidad asociada a factores de riesgo o categorías.
- El consumo de papelería ha sido un ahorro considerable, sin embargo, el mayor impacto es la reducción de almacenamiento del archivo muerto físico y su impacto al medio ambiente.
- A través de la app; el proceso de salvaguardar la información se ha simplificado. Las bases de datos pueden ser conservadas en una Nube, y descargadas según la necesidad. Adicionalmente aquellos registros que contengan firmas o información que deba conservarse por ley, pueden ser almacenados en archivos en PDF en ordenadores de la compañía según las políticas de seguridad de la información establecidas.
- Mediante la utilización de Memento, fue posible empezar a tener datos fiables de una forma ordenada y sistematizada, lo cual permitirá tener un contexto claro para el desarrollo de los planes de trabajo anuales, formulación de estrategias, políticas y objetivos. Es así como desde el día 15 de marzo de 2017, no ha ocurrido accidentes incapacitantes de personal propio en el Taller EMS KCO y a la fecha no se registran enfermedades laborales calificadas.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados descritos demuestran que es posible la innovación a un bajo costo, y que el ingenio no es necesariamente proporcional a la inversión, este dependerá de las personas y en su capacidad de crear y hacer uso de las herramientas que hoy el mundo expone; apropiarse de ellas y hacerla útil ante las necesidades particulares o empresariales.

Por otra parte, se podría atribuir el aumento de los reportes al incremento de personal en el Taller EMS; sin embargo, si analizamos los números, desde 2016 a la fecha, la población ha aumentado solo en un 40% y los Reportes es más de un 200%. Justificando así a que gran parte del cambio está asociado a la inclusión de las herramientas tecnológicas.

Tras el análisis del impacto de las bondades del uso de app en la gestión de SST y Calidad, la Gerencia ha propuesto invertir para 2019 en una aplicación diseñada por PREVSIS; una compañía contratada por KHSA para la implementación de una plataforma móvil que tiene como intención centralizar la información de todos los sistemas de gestión de KOMATSU a nivel LATAM y permitir que cualquier trabajador, incluyendo contratistas puedan contribuir a la mejora continua de los procesos reportando datos e información relevante para la gestión de prevención.

CONCLUSIONES

El ser humano es el protagonista y el creador de los cambios más significativos con los que se enfrentan las Organizaciones hoy en día. Komatsu Colombia es consiente que las herramientas tecnologías son una ayuda indispensable, sin dejar a un lado que el hombre y solo él, podrá maximizar su uso de la forma más afectiva o dejar que se convierta en una herramienta obsoleta y de poco valor.

Cualquier software de gestión, aplicación de reportabilidad o herramienta de base de datos, sin importar el costo, dependerá de colaboradores para su registro y mantenimiento. Solo se podrá tomar decisiones certeras que apunte realmente a las problemáticas realizando un análisis crítico y detallado de los datos; a partir de este análisis se podrá establecer políticas de prevención pertinentes y concretas que conlleven al objetivo común de los sistemas de gestión de SST: disminuir la probabilidad de ocurrencia de accidentes y enfermedades.

Mediante la implementación se logró romper paradigmas, iniciar una transición a la era digital y demostrar que es posible flexibilizar procesos que anteriormente eran complejos, lentos, pero necesario para garantizar el bienestar de las personas, a través del trabajo seguro, sostenible y un futuro saludable para todos los colaboradores de Komatsu.

AGRADECIMIENTOS

- Se reconoce a Ray Barreto, colaborador del Taller Electromecánico EMS de Soledad (Atlántico), quien presento la app Memento como la propuesta de mejora más alineada a las necesidades para la administración de bases de datos.
- Se agradece a la Gerencia de Taller y Subgerencia SSOMA de Komatsu Colombia, por el apoyo y disponibilidad de recursos para puesta en marcha de la aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Organización Internacional del Trabajo (OIT) (28 abril 2017). Día Mundial de la Seguridad y la Salud en el Trabajo – Caja de herramientas. Recuperado el día 26 de febrero de 2019 de: https://www.ilo.org/safework/events/safeday/WCMS_546868/lang--es/index.htm
- Organización Internacional del Trabajo (OIT) (28 abril 2017). Presentamos el Día Mundial de la Seguridad y Salud en el Trabajo 2019. Recuperado el día 21 de marzo de 2019 de: https://www.ilo.org/safework/events/safeday/WCMS_676555/lang--es/index.htm
- Pedro R. Mondelo (2018). La transformación digital en la estrategia preventiva. Recuperado el día 27 de febrero de 2019 de:https://fiorp.org/eventos/orpconference-cartagena-2018/presentacion/

EDUCACION COMUNITARIA PARA LA PREVENCION DE DESASTRES

RESUMEN / ABSTRACT

Siendo la seguridad un valor, Uniphos dedica buena parte de sus recursos administrativos, humanos y tecnológicos tanto a la prevención como a la preparación ante emergencias, definiendo para ello un alcance que incluye a su personal e instalaciones y también la ayuda a la comunidad local, para promover entre ellos una respuesta adecuada.

Con esta motivación, la planta asociada a un grupo de industrias del sector lidera una estrategia que conjugando los esfuerzos de gobierno, empresa y comunidad se enfoca en la prevención de pérdidas humanas, la reducción de daños materiales en el sector industrial y la minimización del impacto ambiental en caso de accidentes tecnológicos. De esta forma se materializa en la ciudad el Proceso APELL (Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level), permitiendo asi el robustecimiento del grupo de ayuda mutua para la atención de emergencias.

Paralelo a ello la planta de Barranquilla en asocio con la Cruz Roja y más recientemente con Apell, inicia su propio programa de educación comunitaria para la prevención de desastres, dirigido a los residentes de los barrios vecinos, con quienes se desarrollan Planes de Contingencias barriales y colegiales, se preparan brigadistas voluntarios, quienes participan incluso en simulacros nacionales y en la elaboración de videos de sensibilización para motivar a otros sectores a participar

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Recursos administrativos, humanos y tecnológicos
Robustecimiento del grupo de ayuda mutua para la atención de emergencias
programa de educación comunitaria para la prevención de desastres

AUTORES / AUTHORS

Janeth Quintero Navarro
UNIPHOS COLOMBIA PLANT LIMITED
janeth.quintero@uniphos.com
HELENA RINCON
UNIPHOS COLOMBIA PLANT LIMITED
JUAN SEBASTIAN CERVANTES
UNIPHOS COLOMBIA PLANT LIMITED
ASID RODRIGUEZ
UNIPHOS COLOMBIA PLANT LIMITED

INTRODUCCIÓN

Motivados por el deseo de prevenir los accidentes tecnológicos en la industria y minimizar su impacto sobre la comunidad y el medio ambiente, desde hace un poco más de tres décadas la compañía Uniphos Colombia Plant Limited, antiguamente planta DuPont de Colombia, en alianza con un grupo de empresas químicas ubicadas en la ciudad de Barranquilla, inician una gestión encaminada a coordinar las acciones que aseguraren el manejo adecuado de las situaciones fuera del alcance de los planes de contingencias de cada una de estas empresas, en los que por efecto de una potencial emergencia de sus procesos industriales se pudieran impactar las zonas aledañas y comunidades vecinas. Como parte de este proceso, se generaron importantes acciones tales como la definición de requisitos para la contratación segura del transporte de sustancias químicas, la divulgación del conocimiento de los riesgos asociados a los procesos industriales, además del desarrollo de ejercicios y prácticas conjuntas de las brigadas industriales acompañados por el Cuerpo de Bomberos de la ciudad.

Este esfuerzo conjunto del sector privado, llevo posteriormente a la materialización en la ciudad de Barranquilla, del Proceso APELL (Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level), metodología diseñada por las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como estrategia para unir los esfuerzos entre empresa, gobierno y comunidad para la gestión del riesgo de desastres.

La gran significancia de este logro sumado al compromiso con la prevención, a pesar de su cambio patronal, llevo a la planta de Barranquilla (hoy Uniphos Colombia Plant Limited), a continuar comprometida con el proceso APELL, fortaleciendo con ello la preparación ante potenciales emergencias para su población interna como para la comunidad local y promoviendo la educación adecuada y el trabajo conjunto, generadores de respuestas efectivas y oportunas en caso de emergencias tecnológicas o incluso naturales

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de la actividad industrial ha sido siempre seguido de un importante impulso al proceso urbanizador y de crecimiento de las ciudades; que pasan a ser escenarios de dependencia reciproca, integradores de la vida cotidiana de numerosas personas con la vida empresarial e industrial, donde mediante nuevas y mejores tecnologías, se producen transformaciones de materia prima y de recursos naturales en productos para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas. Lo anterior representa una dinámica de mutua interrelación, pero también es generador de tensiones y conflictos especialmente con las comunidades situadas en la periferia de las actividades de las empresas, aun cuando por parte del sector productivo se cumplan con todos los requisitos de ley y se mantenga procesos controlados y seguros.

El sector industrial de la ciudad de Barranquilla no está exento de esta situación y es justamente el caso de la empresa Uniphos Colombia Plant Limited, cuyas instalaciones a pesar de encontrarse ubicadas por más de cinco décadas en dicho sector, ha sido testigo del desmedido aumento del área residencial, hoy ubicadas a escasos metros de su zona de producción, pero que debido a un visionario enfoque preventivo[1], desarrolló de manera temprana, una estrategia para el manejo integral de los riesgos de los procesos, que incluye el componente pedagógico para la comunidad, encaminado a reducir su grado de vulnerabilidad[2], afianzando así de manera paralela tanto la seguridad de sus empleados, e instalaciones como también la de sus vecinos.

[1] El concepto de seguridad individual y colectiva es valor compartido por parte de la corporación UPL, nuevos propietarios de la planta de Barranquilla, razón por la cual estratégicamente se mantiene en las áreas de enfoque asociadas a estas temáticas.

[2] Vulnerabilidad es el mayor o menor grado de susceptibilidad que tiene una comunidad para ser afectada por una amenaza (Cruz Roja Colombiana- Plan Familiar de Emergencias)

OBJETIVO

Aumentar la concientización de los habitantes de la comunidad de la zona de influencia del sector industrial, sobre los riesgos existentes y apoyar su preparación ante la eventualidad de emergencias naturales o antrópicas

METODOLOGÍA

En la búsqueda de una herramienta de soporte para el manejo de las situaciones externas, asociadas a potenciales contingencias generadas por sus procesos industriales, la planta de Barranquilla hoy Uniphos Colombia Plant Limited, conjuntamente con un grupo de empresas químicas de la ciudad[1] , encuentran su respuesta en una metodología, desarrollada por las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA, en cooperación con la Asociación de la Industria Química y el Consejo Europeo de las Federaciones de la Industria Química.

De esta forma a partir del año 1991, se constituye APELL (Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level) como un grupo de Ayuda Mutua sin fines de lucro, que en forma organizada e integrada, coordina los recursos técnicos y humanos de las industrias afiliadas, para la prevención y atención de emergencias que superen la capacidad de respuesta de las empresas y/o que generen un impacto que trascienda fuera de los límites de sus instalaciones.

[1] Empresas DuPont de Colombia hoy Uniphos Colombia Plant Limited, Colterminales, Chemical de Transporte, Monómeros Colombo Venezolanos, Química Nalco, Rohm and Haas Colombia, Shell Colombia y Union Carbide Inter América Inc.

[1] El concepto de seguridad individual y colectiva es valor compartido por parte de la corporación UPL, nuevos propietarios de la planta de Barranquilla, razón por la cual estratégicamente se mantiene en las áreas de enfoque asociadas a estas temáticas.

[2] Vulnerabilidad es el mayor o menor grado de susceptibilidad que tiene una comunidad para ser afectada por una amenaza (Cruz Roja Colombiana- Plan Familiar de Emergencias)

[3] Empresas DuPont de Colombia hoy Uniphos Colombia Plant Limited, Colterminales, Chemical de Transporte, Monómeros Colombo Venezolanos, Química Nalco, Rohm and Haas Colombia, Shell Colombia y Union Carbide Inter América Inc.



Un proceso que permite identificar y crear conciencia de los peligros y riesgos, iniciar medidas para la reducción del riesgo de desastres, prevención y mitigación de accidentes

Este proceso incluye dos aspectos básicos

- Informar a la comunidad, lo cual se conoce como concientización a la comunidad
- Formular planes para proteger a la comunidad en general, lo que se denomina respuesta ante una emergencia

APELL procura guiar a los gobiernos locales, autoridades y gerentes industriales sobre la manera y las medidas para mejorar la concientización de una colectividad acerca de la respuesta a emergencias y servir como medio para la preparación de planes de emergencia coordinados.

APELL pretende aumentar la concientización de los habitantes de la comunidad acerca de los riesgos que puedan existir, y ayudarles a través de capacitación a prevenir incidentes y a prepararse ante una situación de emergencia.

Figura 1.Significado APELL

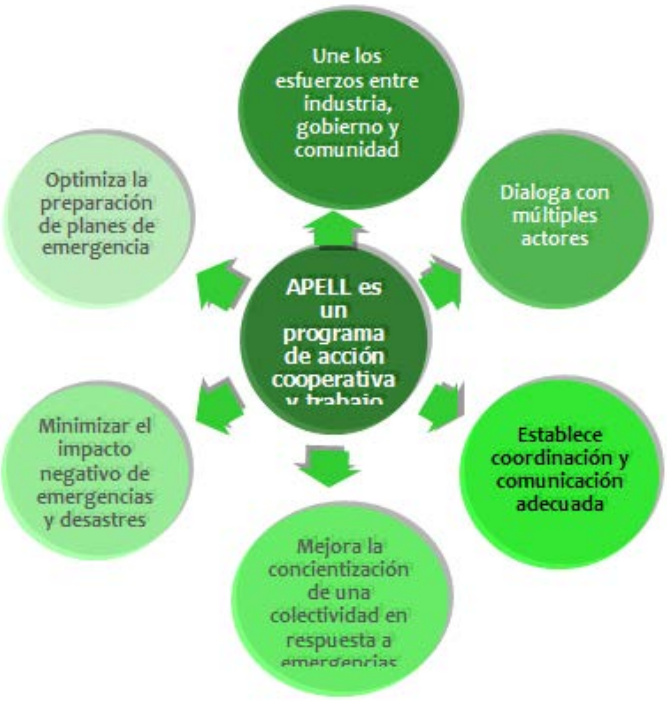




Figura 2. Integrantes de APELL

Creando un clima de cooperación, para lograr un trabajo coordinado (industria, gobierno, comunidad), a través de los grupos de apoyo, esta participación logra una mejor preparación de sus participantes:

- Siendo función del gobierno la creación de un clima favorable para proporcionar los recursos necesarios (incluyendo la participación de los grupos de apoyo bajo su jurisdicción)
- La función de la industria proporcionar el mayor apoyo para establecer procedimientos de

prevención y preparación para emergencias y poner su esfuerzo y recursos para la aplicación del proceso.
- La función de los líderes de la comunidad, lograr el respaldo, interés y entusiasmo por parte de la colectividad, hacia el desarrollo del programa y facilitar el proceso de información y capacitación.



Figura 3. Estructura de APELL

El proceso cuenta con un grupo Directivo conformado por representantes de las empresas que apoyan el Proceso y miembros de la Asociación Nacional de Industriales- ANDI, además de un presidente y un director (a) ejecutivo (a) quienes participan en el desarrollo estratégico y se encargan de la ejecución del Plan de Acción trazado. Adicionalmente se cuenta con los diferentes Comités, que son en su orden:

El COMITÉ DE EMERGENCIAS Y SIMULACROS que tiene por función la actualización e implementación de los programas de emergencia existentes, apoyar en la preparación a los Grupos de Apoyo del Distrito, así como a las Brigadas Industriales y acompañar las Visitas de Inspección de Seguridad Industrial efectuadas a las empresas miembros.

El COMITÉ DE DIVULGACIÓN desarrolla el Programa de Concientización a la Comunidad (barrios ubicados en la zona industrial) así como del sector educativo que hace parte de estos barrios, con el fin de enseñar a la comunidad cómo prevenir una emergencia y cómo responder en caso de que suceda. A través de este programa se elaboran los PLANES COMUNITARIOS DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

El COMITÉ DE CAPACITACIÓN coordina la formación a los participantes del proceso (Industria-Gobierno-Comunidad) así como los seminarios y talleres de capacitación para control y respuesta a emergencias.

COMITÉ TÉCNICO tiene por función brindar asesoría sobre aspectos técnicos, soporte y apoyo en la solución de problemas asociados con el objetivo estratégico del Proceso y colaboración en la atención y respuesta a emergencias.

Y finalmente la FUERZA DE TAREA conformada por el personal de las diferentes empresas afiliadas al Proceso APELL y personal de los grupos de Apoyo del Gobierno (que cuentan con competencias necesarias en el control de emergencias que involucran materiales peligrosos), es el grupo que dotado con los recursos necesarios, se encarga de apoyar el control de situaciones de emergencias tecnológicas[1].

[1] Cada una de las empresas miembros del proceso ponen a disposición de las emergencias un listado de equipos para manejo de emergencias tecnológicas.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Nuestra Participación

Siendo parte del proceso APELL desde su concepción, la planta de Barranquilla hoy Uniphos Colombia Plant Limited, continúa participando activamente y liderando los diferentes comités que soportan el proceso, incluso como miembros del grupo directivo.

Un ejemplo de ello ha sido nuestra participación en el comité de Divulgación, el cual propone la estrategia utilizada en los últimos años para la concientización de las comunidades cercanas a los sectores industriales de la ciudad, para lo cual de primera instancia fueron agrupadas geográficamente las empresas afiliadas.



Figura 4. Identificación Geográfica Sectores Industriales de empresas miembros de APELL

[4] Cada una de las empresas miembros del proceso ponen a disposición de las emergencias un listado de equipos para manejo de emergencias tecnológicas.

Posterior a ello fueron identificados los lugares de mayor concentración de personal en cada una de estas zonas, por ejemplo, iglesias y colegios y sobre estos se definieron líneas de acción para cada zona industrial previamente identificadas.

Atendiendo la necesidad de desarrollar estrategias que permitieran aumentar la cobertura del proceso de divulgación y concientización comunitaria, desde este comité se propuso una alianza con las universidades de la ciudad, con cuyo soporte se desarrollaron las capacitaciones necesarias en los PLANES EDUCATIVOS DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, adicionalmente el comité efectuó acompañamiento para el desarrollo de cartillas informativas así como el desarrollo de un video de sensibilización, para lo cual se tomaron las imágenes de un simulacro externo efectuado en uno de los barrios del área de influencia de Uniphos Colombia Plant Limited (previamente capacitados).



Figura 5. Materiales didácticos creados por el Comité de Divulgación de APELL

Tomando la iniciativa en el sector de la vía 40, con el apoyo de Apell y la Cruz Roja, la planta Uniphos inicia desde el año 2004 el proceso de capacitación a la comunidad de su área de influencia, logrando los siguientes resultados:

- 350 horas aproximadas de capacitación
- Más de 250 personas capacitadas en respuesta a emergencia
- 3 de 4 colegios del sector desarrollan su Plan Escolar de Respuesta a Emergencias (Colegios Santa Magdalena Sofia, Instituto Las Américas, Colegio Distrital San Salvador)
- 2 de estos colegios desarrollan simulacros (Santa Magdalena Sofia y e Instituto Las Américas)
- Residentes de 3 barrios (San Salvador, Siape y Tres Avemaría), sensibilizados en la necesidad de prepararse para responder adecuadamente ante emergencias.

- 3 Barrios desarrollan sus planes de Respuesta a Emergencia (San Salvador, Siape y Tres Avemaría)
- Una vez entrenados en Técnicas Docentes: líderes de la comunidad elaboran folletos informáticos para divulgación en Respuesta ante Emergencias.

La puesta en marcha de este involucramiento nos hizo entender que el proceso de capacitación en respuesta a emergencias debía ser tan dinámico como la cotidianidad de sus beneficiarios, ya que a través del tiempo los ambientes estudiantiles al igual que las comunidades, sus líderes y miembros, cambiaron y específicamente para el caso Colombia, esta variación también se reflejó en los aspectos legales asociados con el manejo de contingencias, los cuales afortunadamente se han hecho más robustos; por esta razón con el liderazgo del Comité de Divulgación del proceso APELL y en esta oportunidad en asocio con el Distrito (Alcaldía de la Localidad y la oficina Distrital de Gestión de Riesgo), hoy la compañía Uniphos Colombia Plant Limited junto a otras empresas miembros del proceso, trabajan en la implementación del Programa de Concientización Comunitaria para la Gestión del Riesgo de los barrios del sector industrial de la vía 40 (vecinos a las instalaciones de la planta Uniphos), con lo cual se

da continuidad a un proceso iniciado por la planta Uniphos de Barranquilla desde hace 15 años.

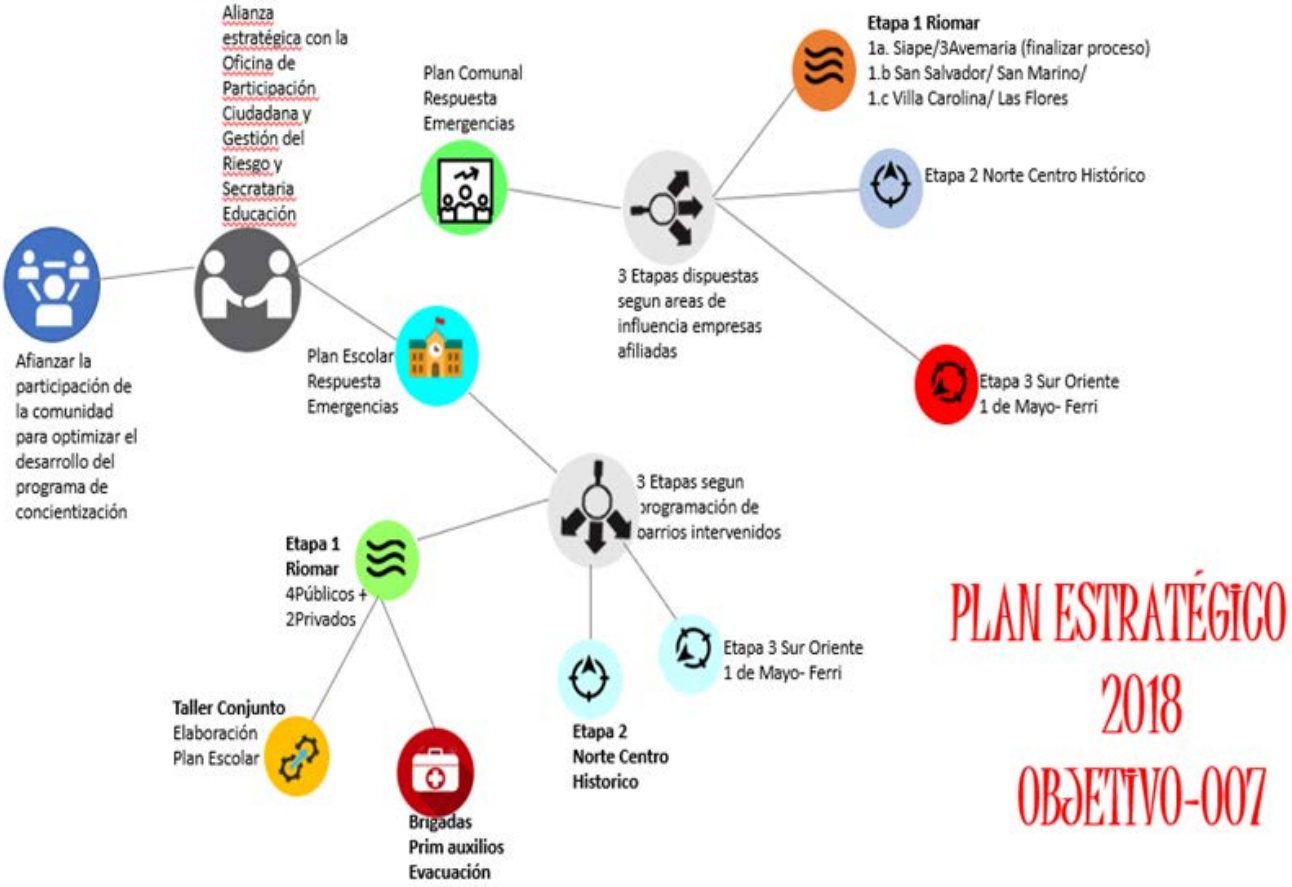


Figura 6. Plan Estratégico creado por el Comité de Divulgación de APELL

ANEXOS:





"Expresamos un profundo agradecimiento a APELL Barranquilla, por su papel fundamental de promover una armoniosa integración de los miembros del Sistema Local de Gestión del Riesgo de Desastres, facilitando la aplicación de los principios de coordinación, solidaridad y subsidiaridad establecidos en la Ley 1523; y por su papel fundamental de vincular autoridades, comunidad e industria para fortalecer las acciones de preparación y respuesta a emergencias"

Ana Cristina Saltarin Jimenez
Directora
Oficina de Gestión del Riesgo del Distrito de Barranquilla

Video Capacitación



https://youtu.be/h0M2fiLWzYw

Cursos Brigadistas y Grupos de Apoyo





FOTOGRAFIAS ATENCION A EMERGENCIAS REALES-VOLCAMIENTO DE CAMION CON NITRATO DE AMONIO CARRETERA VIA CARTAGENA



SIMULACRO RESCATE HELICOPORTADO DE PACIENTE – POR BLOQUEO EN CALLES BARRIO DEBIDOA A EVENTOS DE CARNAVAL EN LA CIUDAD



SIMULACRO COLEGIO COMUNIDAD AREA DE INFLUENCIA UCPL













SIMULACRO EVACUACION DE BARRIO SIAPE – AREA DE INFLUENCIA UCPL







RESULTADOS

La gestión de riesgos con énfasis en la planeación prospectiva, la búsqueda de alternativas preventivas y el entendimiento de la importancia de relaciones colaborativas fueron los elementos que, en alianza con importantes empresas del sector nos llevaron a dar vida al proceso APELL, a partir de lo cual con un número de participantes cada vez más creciente, enfocamos los recursos necesarios para implementar exitosas estrategias que hoy se ven cristalizadas en los siguientes resultados:

- Participación activa e integrada de todas las entidades gubernamentales encargadas del manejo de emergencias además de entidades ambientales y de salud, alineadas con la filosofía de APELL, siendo estos: Cuerpo de Bomberos de Barranquilla, Cuerpo de Bomberos de Soledad, Cruz Roja Colombiana, Defensa Civil Colombiana, Escuela de Policía Antonio Nariño, Policía Militar, Policía de Carreteras, Policía Nacional, Escuela Naval de Suboficiales ARC, Fuerza Aérea Colombiana, Secretaria de Movilidad, Secretaria de Salud del Atlántico y Autoridades ambientales (Corporación Autónoma Regional – CRA-, Barranquilla Verde), entre otras.



- Participación del proceso en el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos a través de los Consejos Territoriales de Gestión del Riesgo de Desastres
- Generación de mayor concientización y preparación de las comunidades vecinas a las industrias, en cuanto a la respuesta adecuada en caso de emergencias.
- Participación del sector educativo en el proceso, incluida la Secretaria Educación del Distrito
- generando así colegios receptivos y universidades empoderadas para participar en procesos de capacitación.
- Mayor preparación y robustecimiento de las operaciones internas del sector industrial para atención de emergencias. Actualmente más de 30 empresas hacen parte del proceso Apell
- Desarrollo de Red de Comunicación y canales expeditos para alertar y manejar emergencias (APELL-AVANTEL).
- Desarrollo de Recursos Pedagógicos para soportar los procesos de capacitación de las comunidades (Cartilla APELL, Personaje Apelito, Video de Sensibilización)
- Desarrollo de Simulacros como ejercicios que permiten medir el nivel de respuestas de los Planes de Gestión de Riesgos, sus fortalezas y debilidades. (A la fecha se cuentan mas de 19 simulacros que incluyen emergencias tecnológicas generadas en empresas, emergencias por derrame de sustancias químicas en carreteras, 3 simulacros nacionales con evacuaciones de barrios y colegios entre otros muchos.)
- Desarrollo de programa de Ayuda Mutua con el cual se brinda soporte especializado para atención de emergencias reales. (Mas de 17 eventos, uno de los cuales por solicitud expresa de la presidencia de la República).
- Reconocimiento del Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente-PNUMA, como programa modelo a nivel mundial.
- Reconocimiento de la Oficina de Asistencia para Desastres del Gobierno de los Estados Unidos para América Latina y el Caribe–OFDA/LAC, como enlace institucional en capacitación y formación de instructores en Primera Respuesta a Incidentes con Materiales Peligrosos – PRIMAP

CONCLUSIONES

Si bien es cierto que el sector empresarial hace continuados esfuerzos para la prevención y control de emergencias y contingencias que atentan contra el recurso humano, el ambiente y el patrimonio, es igualmente cierta su imposibilidad de cubrir todos los riesgos, lo cual incluye aquellos generados por la naturaleza que a su vez se convierten en detonadores de emergencias tecnológicas.

Frente a la inviabilidad de eliminar por completo la probabilidad de ocurrencia de estas situaciones, se hace más que evidente la necesidad de establecer procesos que permitan contrarrestar y/o minimizar las consecuencias adversas asociadas, que resultarían incompletos si solo se considerara contar con el apoyo adicional generado por los servicios públicos de socorro; por esta razón la propuesta de coordinar una triada que garantice la participación de todos las partes interesadas resulta la mejor opción, y fue precisamente la elegida en la ciudad de Barranquilla por un grupo de industriales, quienes a través del proceso APELL hemos alcanzado logros significativos en la misión de identificación y creación de conciencia de los peligros y riesgos en las comunidades vecinas al sector industrial, en la iniciación de medidas para la reducción del riesgo de desastres, prevención y mitigación de accidentes y en el desarrollo de una preparación coordinada entre el sector al que hacemos parte, sumado a las autoridades gubernamentales y la comunidad para respuesta a emergencias.

La maduración del proceso APELL ha demando en los últimos 29 años el desarrollo de una estrategia especifica con cada una de las partes interesadas, que implica desde aumentar el número de empresas participantes, lograr sentido pertenencia y alianzas con entidades distritales a cargo de los servicios públicos de socorro, mejorar las competencias en respuestas a emergencias tanto del personal interno de cada una de las empresas miembros, como de las entidades de apoyo, además por supuesto de aumentar la cultura de la prevención entre los miembros de las comunidades y justamente para Uniphos, este elemento ha sido uno de los más retantes debido a que en nuestro contexto se adolece de políticas de estado como las existentes en países como Japón o Chile donde la concientización se da desde la infancia, incluso antes de ingresar a la educación inicial, lo que agrega otro nivel de dificultad a la ya complicada tarea de hacer conscientes a las comunidades de que el hecho de promover la educación comunitaria para la prevención de desastres no está directamente asociado a una notificación temprana de una falla en los procesos industriales, sino por lo contrario al cumplimiento del compromiso con la prevención como ciudadanos corporativos responsables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Presidencia República de Colombia- Manual para la elaboración de planes empresariales de emergencias y contingencias y su integración con el sistema nacional para la prevención y atención de desastres- Junio 2003
- Reporte APELL Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local 1990-2019- Diciembre 2019

ACCIÓN INNOVADORA DEL ENFERMERO DEL TRABAJO: causas y costos del Absenteismo entre profesionales de salud en empresa petrolifera

RESUMEN / ABSTRACT

El estudio tiene como objetivo Analizar los elementos generadores de las causas y costos del absentismo de los profesionales de salud onshore y offshore que actúan en el sector petrolero a partir del prontuario de los trabajadores. Método: investigación descriptiva, de corte transversal, retrospectivo, con análisis documental y abordaje cuantitativo, realizada en una empresa tercerizada que actúa en el sector petrolero, compuesta por 43 trabajadores de salud en Río de Janeiro, en el período de 2013 a 2015. Los datos fueron suministrados por el sector de recursos humanos de la empresa y se utilizó el editor Microsoft Excel 2013. El estudio fue aprobado en el Comité de Ética en Investigación en la Universidad del Estado en Río de Janeiro, opinión n ° 1.235.194 en el CEP SR-2 / UERJ. Resultados: las principales causas de ausencias son licencias médicas por daños al sistema biológico, seguidas de faltas injustificadas. Conclusión: hay necesidad de diálogo entre la empresa contratada y contratante sobre los problemas de salud de los empleados con miras a la adopción de medidas de prevención de la enfermedad.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Gestion de Riesgos Ocupacionales
Condiciones de Trabajo
Percepcion de Riesgos

AUTORES / AUTHORS

Maria Yvone Chaves Mauro
FENF/UERJ - Faculdade de Enfermagem UERJ
mycmauro@uol.com.br
CARLA CHRISTINA CHAVES MAURO
M12 ERGONOMIA
carla_mauro@msn.com
Sheila Nascimento Pereira de FARIAS
EEAN/UFRJ - Escola de Enfermagem Anna Nery da Universidade Federal do Rio de Janeiro
sheilaguadagnini@gmail.com
Paula França VILELA
Universidade Católica de Petrópolis
paula.stabille@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

El abseteismo representa un problema funcional y económico para las organizaciones, en especial en el sector pretroleo, pues el costo total de las ausencias afecta directamente la organización del trabajo y la economía de la instituición. Además de disminuir la productividad y la calidad de servicio prestado, tambíen sobrecarga a los trabajadores, ya que estos profesionales necesitarán trabajr más para compensar la ausencia del funcionario falto. El absenteismo como fenómeno multifactoial, puede ser analizado por diferentes prismas. Puede ser ocasionada por motivos de salud por las carateristicas de la propia organizacion del trabajo o division de tareas.

Son rros los estudios tecnicos y academicos sobre el absenteismo de los profesionales de salud que actuán en el sectos petrolero. Este estudio pretende ampliar el conocimiento sobre esta tematica y contribuir para que otras empresas puedan generalizarlas, adaptando las necesidades organizacionales propias. Tambien pretendese estimular a los investigadores a utilizar este estudio para desarrollar otros y que esta investigacion tenga otos desdoblamientos acerca del tema.

Se destaca como objeto de este estudio las causas de absenteismo de los profesionales de salud onshore y offshore, que actúan en el sector petroleo de una empresa tercerizada. Se tiene como objetivo analizar los elementos generadores de las causas del absenteismo de los profesionales de salud que actuán en este escenário complexo.

METODOLOGÍA

Estudio de corte transversal con análisis documental, restrospectivo, con abordaje cuantitativo. Se eligió para el desarrollo de esta investigacinón, una empresa tercerizada de salud ocupacional que ofrece servicios en una empresa que actúa en el sector petrolero. Un grupo de trabajadores desarrollan sus actividades onshore en la oficina de la petrolera, en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil... El otro grupo trabaja en régimen de confinamiento - offshore, en plataformas de petroleo y buques, en la ciudad de Campos, en Océano Atlántico.

La muestra del estudio corresponde a 43 trabajadores de salud. De estos, 17 forman parte del grupo onshore, a saber: 06 enfermera del trabajo, 03 medicos del trabajo, 03 nutricionistas, 03 tecnicos de enfermeria del trabajo y 02 educadores fisico. Del grupo offshore totaizaron: 26 profesionales de sauld: 02 medicos del trabajo, 01 nutricionista, 23 técnicos de enfermeria del trabajo.

Se realizó un levantamiento estadístico de los profesionales de salud, buscando establecer el perfil funcional y económico de los mismos, para caracterizar la poblacion y la muestra. El criterio de inclusión en el estudio, ser profesional de salud y trabajar en ambiente onshore o offshore, más el registro de absenteísmo justivado y/o injustificada en el prontuario, en el period en que ocurrió el estudio.

Las causas asociadas fueran considerada por la empresa, las ausencias justificada en el certificado médico, las ausencias previstas por la legislación brasileña y las ausencias injustificadas. En el caso de absenteísmo por enfermedad se ha consultado la clasificación internacional de enfermedad (CID), y las causas de daños, agrupados de acuerdo con los sistemas biológicos afectados. Los datos recogidos corresponden al periodo de febrero de 2013 a febrero de 2015.

Para el análisis de los datos se utilizó el editor Microsoft Excel 2013, buscando agrupar y calcular las variables numericas. Se realizó un analisis cuantitativo de los datos analizados y expuestos en tablas.

RESULTADOS

Para analisis del datos los elementos generadores de absenteísmo, se subdividieron en dos grupos: profesionales que actúan en actividades onshore y en actividades offshore, relacionando el motivo de afatamiento con el sintomas y órganos del sistema biológicos afectados.

En caso del onshore, se verificó la predominancia de los casos de problemas respiratórios (22%), de sistema osteomuscular y del sistema conjuntivo (19%), lesiones y otras consecuencias de las causas externas (15%), y sintomas, signos y anomalias en exames clinicos y de laboratorio (11%).

En las enfermedades del trabajadores offshore, se destacaron las del sistema osteomuscular y de sistema conjuntivo (19%), enfermedades del sistema digestivo (16%), lesiones y otras consecuencias de causas externas (13%) y enfermedades infecciosas y parasitarias (10%).

Se verificó que las enfermedades osteomusculares son relevantes en este escenario, considerando que todos los profesionales onshore utillizan ordenadores durante toda su jornada de trabajo, con movimientos repetitivos y adopcion de mala postura, con puesto de trabajo no bien adaptado al perfil de los trabajadores.

Cuanto al ambiente fisico de trabajo en unidades offshore, requiere que los trabajadores de salud suban y bajen muchas escaleras durante el dia de trabajo, principalmente tratándose de la categoria profesional tecnico de enfermeria y nutricionista, pues los mismos se desplazan varias veces para fiscalizar el servício de hoteleria en las 12 horas de trabajo diario.

Se constató en relacion al tiempo de contratación del trabajador, que esta és una variable importante en la explicacion del absenteísmo, pues los trabajadores que presentan poco tiepo de vinculo laborar son los que poseen mayor frecuencia de resgisro de ausencia. Se puede atribuir a esta ocurriencia la dificultad del trabajador en adaptarse al ambiente y las norma de la organizacion de trabajo.

CONCLUSIONES

En este estudio, se constató que las causas de absenteísmo de los profesionales de salud en actividades onshore y offshore, que actuan en Setor Petrolero, de empresa tercerizada, están relacionadas a enfermedades, ausencias injustificadas y ausencias respaldadas en la legislacion laboral.

Los profesionales que trabajan en ambiente OFFSHORE fueron los que tuvieron la mayor ocurrencia de ausentismo, cuando comparados a la categoria ONSHORE.

Las enfermedades predominantes, segun la classificación internacional de enfermedades (CID), para los profesionaes ONSHORE fueran: enfermedades del sistema respiratorio, musculoesqueleticos, lesiones y consecuencia de causas exerna. En relacion a los profesionales de OFFSHORE, hubo destaque la enfermedades osteomusculares, seguida del sistema digestivo. Em ambos escenarios, se verificó que las causas de las ausencia pueden estar relacionadas a la organizacion de trabajo, pues un gran numero de ausencias se relacionan con enfermedades y causas injustificadas, en su mayoria, posibles de ser evitadas por medidas preventivas.

En que refierese a las limitaciones del estudio , se verificó que el mismo debería venir acompañado de análisis ergonómicos del trabalho, para profundizar el conocimento acerca del impacto de los riesgos ambientales y daños a la salud de los trabajadores, asi como el estudio de los factores organizacionais del trabajo en relacion al absenteismo de los trabajadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.Ferreira RC, Griep RH, Fonseca MJM, Rotenberg L. Abordagem multifatorial do absenteísmo por doença em trabalhadores de enfermagem. Rev Saude Publica. 2012; 46: 259-68.

2.Aguiar GAS, Oliveira JR. Absenteísmo – Suas principais causas e consequências em uma empresa do ramo de saúde. Rev Cien Geren. 2009; 13: 95-113.

3.Formenton A, Mininel VA, Laus AM. Absenteísmo por doença na equipe de enfermagem de uma operadora de plano de saúde. Rev enferm UERJ. 2014; 22: 42-49.

4.Rodrigues M, Sousa DN, Cunha NRS. A contribuição dos programas de saúde na redução dos riscos de absenteísmo na Petrobras. Rev Adm UEG. 2012; 3: 20-35.

5.Penatti I, Zago JS, Quelhas O. Absenteísmo: as consequências na gestão de pessoas. III SEGeT-Simpósio de excelência em gestão e tecnologia. 2006.

6. Silva DMPP, Marziale MMP. Absenteísmo de trabalhadores de enfermagem em um hospital universitário. Rev. Latino-Am.Enfermagem. 2000; 8: 44-51.

7.Mauro MYC, Mauro CCC, Guimarães R, Paz AF, Monteiro Júnior AT, Duarte NS, Barbosa JLS. Evaluación participativa de las condiciones de trabajo de enfermería como innovación de gestión de riesgos ocupacionales. Trabalho de ANAIS do Occupational Risk Prevention. Valencia/Espanha (2010).

8.Gallegos WLA. Revisión histórica de la salud ocupacional y la seguridade industrial. Revista Cubana de Salud y Trabajo. 2012; 13: 45-52.

9.Martinato MCNB, Severo DF, Marchand EAA, Siqueira HCH. Absenteísmo na enfermagem: uma revisão integrativa. Rev. Gaúcha Enferm. 2010; 31:160-66.

10.Yano SRT, Seo ESM. Ferramenta de coleta de dados para análise do absenteísmo e custo direto para a empresa. InterfacEHS: Rev gestão integ saúde trabalho meio ambiente. 2006. Disponível em: < http://www.revistas.sp.senac.br/index.php/ITF/article/view/75/101 > Acesso em: 15 mar 2013.

11.Chiavenato I. Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.

12.Oenning NSX, Carvalho FM, Lima VMC. Indicadores de absenteísmo e diagnósticos associados às licenças médicas de trabalhadores da área de serviços de uma indústria de petróleo. Rev. Bras. Saúde ocup. 2012; 37: 150-58.

13.Benavides FG, Frutos CR, Garcia AM. Salud laboral: conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales. 2 ed. Masson: Barcelona; 2004.

14.Ministério da Saúde (Br). Doenças Relacionadas ao Trabalho: Manual de procedimentos para os serviços de saúde. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2001.

15.Dejours C. A loucura do trabalho: estudo de psicopatologia do trabalho. São Paulo: Cortez editora; 1992.

16.Iida I. Ergonomia: projeto e produção. São Paulo: Edgard Blücher; 2005.

17.Mauro MYC, Muzi CD, Guimarães RM, Mauro CCC. Riscos ocupacionais em saúde. Rev enferm UERJ. 20014; 12: 338-45.

18.Pena AC. Relato de pesquisa: a influência do contexto ambiental nos trabalhadores offshore de uma plataforma petrolífera. Psicol. Cienc. Prof. 2002; 22: 1-8.

19.Salles DMR, Costa ISA. Representações do trabalho: estudo sobre confinamento na indústria petrolífera. RAE. 2013; 53: 230-42.

20.Souza CAV, Freitas CM. Perfil dos acidentes de trabalho em refinaria de petróleo. Rev. Saude Publica. 2002; 36: 576-83.

21.Falzon P. Ergonomia. São Paulo: Editora Blucher; 2007.

22.International ergonomics association. Disponível em: <http:www.iea.cc>. Acesso em: 07 outubro 2015.

23.Leite RMSC. Vida e trabalho na indústria de petróleo em alto mar na Bacia de Campos. Ciência & saúde coletiva. 2009; 14: 2181-89.

24. Ljosa CH, Tyssen R, Lau B. Mental distress among shift workers in Norwegian offshore petroleum industry – relative influence of individual and psychosocial work factors. Scand J Work Environ Health. 2011; 37: 551-55.

25.Mendes R. Patologia do trabalho. 2ª ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2003.

26.Oenning NSX, Carvalho FM, Lima VMC. Fatores de risco para absenteísmo com licença médica em trabalhadores da indústria de petróleo. Rev. Saude Publica. 2014; 48: 103-12.

27.Belita A, Mbindyo P, English M. Absenteeism amongst health workers – developing a typology to support empiric work in low-income countries and characterizing reported. Human resources health. 2013; 34: 1-8. Disponível em: <http:www.human-resources-health.com/content/11/1/34> Acesso em: 03 jan 2016.

Integración documental de sistemas de gestión mediante las Normas ISO de Seguridad y Salud y Medio Ambiente

RESUMEN / ABSTRACT

La similitud estructural entre la última revisión del año 2015 de la norma ISO 14001 sobre gestión ambiental y la reciente edición de la norma ISO 45001:2018 sobre Seguridad y Salud facilita una integración a nivel documental que simplifica la burocracia del sistema sin renunciar al cumplimiento de los requisitos establecidos.

En la presente comunicación se mostrará cómo nuestro Hospital ha integrado su sistema documental de Prevención y Medio ambiente a los nuevos requerimientos de las normas ISO 45001:2018 y ISO 14001:2015, obteniendo un contenido que da respuesta a las exigencias marcadas por la legislación, por la normativa, por la propia organización y por otras partes interesadas.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Gestión de la PRL
Integración de Sistemas
Normas ISO

AUTORES / AUTHORS

Olga Nadal
Hospital Sant Joan de Déu
onadal@sjdhospitalbarcelona.org
Albert Bota

abota@sjdhospitalbarcelona.org

INTRODUCCIÓN

Cada vez más las empresas necesitan herramientas de gestión que permitan dar respuesta a las exigencias legales, normativas o definidas por la propia organización de una manera controlada y eficaz. Así mismo, se requiere que la documentación generada por el sistema sea la justa y necesaria para poder fácilmente asegurar la adecuación de las actividades y evidenciar el cumplimiento de los requisitos establecidos.

La aparición de la nueva estructura de las normas ISO que unifican el contenido de los diferentes sistemas de gestión, así como la edición de la norma ISO 45001:2018 en substitución a la OHSAS 18000 facilitan la integración de diferentes aspectos de Prevención y Medio ambiente, evitando duplicidades de actividades, recursos y burocracia

Nuestro hospital lleva desde el año 2000 trabajando con un sistema de gestión integrada de Prevención y Medio ambiente, que se ha ido adaptando a las nuevas exigencias y evolucionando hacia el sistema documental actual mucho más concreto y simplificado del que era en sus inicios, que facilita su control y seguimiento.

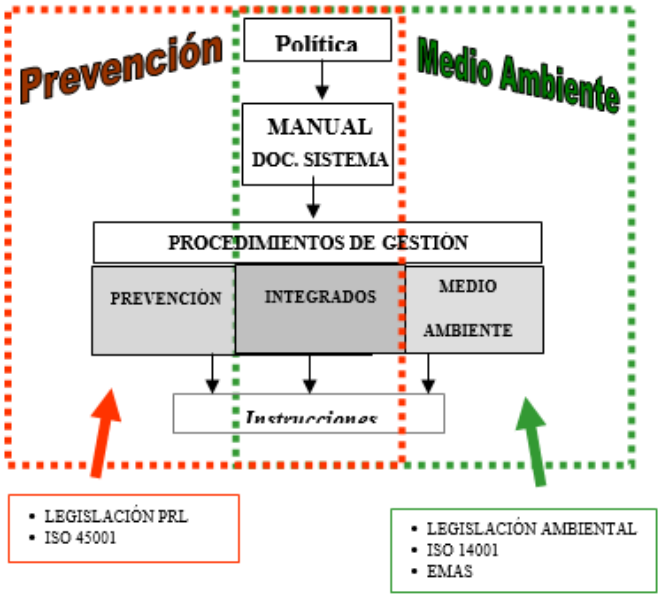
METODOLOGÍA

Las primeras acciones que se realizaron para poder valorar la integración de los dos sistemas Prevención (PRL) y Medio Ambiente (MA) fueron analizar los documentos exigibles legalmente, por normativa o por la organización, valorar los puntos en común y unificar los documentos que eran factibles de esta integración.

Se comprobó que a nivel de documentos básicos generales como el Manual, política, documentos de contexto de la organización, partes interesada o el análisis de riesgos y oportunidades esta unificación era fácilmente posible siguiendo las directrices de las normas ISO.

No obstante, la integración total a nivel de procedimientos no era posible ya que existen actividades específicas de prevención de riesgos laborales que no tienen relación con el medio ambiente y viceversa.

El resultado de este análisis determinó el diseño de una estructura de sistema documental donde existe una parte integrada, una parte específica de Prevención y una parte específica de Medio Ambiente. Todo este sistema permite dar cumplimiento a la legislación y normativa aplicable.



Los documentos básicos que conforman el sistema de gestión son:

Manual de Prevención y Medio ambiente

Documento básico que recoge el conjunto de elementos de la organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivos

Política de Prevención y Medio ambiente

Documento que refleja las intenciones y dirección de la organización en materia de prevención de riesgos y medio ambiente expresada formalmente por la alta dirección

Análisis de contexto

Documento que recoge las cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito y que afectan a su capacidad para alcanzar los resultados previstos del sistema de gestión de Prevención y Medio ambiente

Tabla de partes interesadas

Documento que analiza las necesidades y expectativas de los trabajadores y de otras partes interesadas

Matriz de riesgos y oportunidades

Documento que determina los riesgos y oportunidades para el sistema de gestión que son necesarios abordar para lograr los resultados previstos (DAFO)

Procedimientos de Gestión

Son los documentos que describen las distintas actuaciones previstas en el sistema de gestión, en los que se indica fundamentalmente sus objetivos, los responsables de realizarlos y en qué circunstancias son exigibles y como han de aplicarse, con los registros a cumplimentar para evidenciar y controlar lo realizado.

Nuestro centro tiene establecidos los siguientes procedimientos

1. Procedimientos integrados

1.1 Requisitos legales y normativos

Objetivo: Identificar y actualizar todos los requisitos de Prevención y Medio ambiente aplicables a las actividades de la organización y evaluar su cumplimiento

1.2. Objetivos y Planificación

Objetivo: Establecer objetivos con el fin de conseguir los principios de la política de Prevención y Medio Ambiente y programar actividades y recursos para llevarlos a cabo.

1.3. Información, formación y competencia

Objetivo: Asegurar que el personal del Hospital dispone de la adecuada información, formación y competencia en materia preventiva y medioambiental para desarrollar sus funciones con la correcta protección frente a los riesgos y la mínima repercusión al medio ambiente.

1.4. Comunicaciones y sugerencias de mejora

Objetivo: Establecer el sistema para recoger y registrar las comunicaciones y sugerencias de mejora por parte de los trabajadores, colaboradores, proveedores y público en general, con el fin de ser analizadas y aplicadas en su caso.

1.5. Equipos de inspección y medida

Objetivo: Vigilar para que los equipos de inspección y medida que se utilicen en las actividades de prevención y medio ambiente se encuentren en estado correcto de funcionamiento y eficacia.

1.6. Accidentes e incidentes

Objetivo: Comunicar, registrar, investigar y tramitar los accidentes/incidentes laborales y medioambientales con la finalidad de poder evitarlos.

1.7. Emergencias

Objetivo: Establecer las actuaciones que garanticen que frente a una emergencia se minimizan las consecuencias y se optimiza la utilización de los medios de protección y actuación.

1.8. Trabajadores externos

Objetivo: Asegurar que las actividades realizadas por empresas o personal externo contratado o subcontratado se ejecutan bajo las medidas y normas de seguridad y medio ambiente.

1.9. Información documentada

Objetivo: Controlar, mantener y tener disponible toda la documentación necesaria para el desarrollo del Sistema de gestión de Prevención y Medio ambiente.

1.10. Medidas correctivas y preventivas

Objetivo: Asegurar que las medidas correctivas y preventivas acordadas se aplican adecuadamente y cumplen los requisitos pronosticados

1.11. Participación y consulta

Objetivo: Garantizar la correcta participación y consulta de los trabajadores y colaboradores en temas que afecten la seguridad, salud laboral y medio ambiente.

1.12. Acogida

Objetivo: Asegurar que los nuevos trabajadores reciben la información y formación suficiente en materia de prevención de riesgos y medio ambiente y reconocimiento médico si es necesario.

1.13. Auditorias

Objetivo: Determinar la idoneidad y efectividad de la implantación del Sistema de gestión de prevención y medio ambiente.

1.14. Revisión del Sistema

Objetivo: Determinar el grado de adecuación y eficacia ia del Sistema de Gestión de Prevención i Medio Ambiente por parte del Comité de Dirección

1.15. Control de cambios

Objetivo: Garantizar que se identifican y se analizan los posibles cambios estructurales y/o organizativos que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores y al medio ambiente y en su caso tomar las medidas necesarias.

2. Procedimientos específicos de Prevención

2.1 Evaluación de riesgos laborales

Objetivo: Identificar y evaluar los riesgos del puesto de trabajo inicial y periódicamente para poder planificar actuaciones para eliminarlos o minimizarlos

2.2 Vigilancia de la Salud

Objetivo: Realizar los controles sanitarios necesarios para determinar la repercusión de las condiciones de trabajo sobre la salud y cuidar por su aceptable estado.

2.3. Trabajadores especialmente sensibles

Objetivo: Garantizar que se identifica y recibe la protección adecuada aquel personal que por sus características personales o estado biológico, físico, psíquico o sensorial sean especialmente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

2.4. Equipos de Trabajo

Objetivo: Garantir una correcta selección, adquisición, ubicación, uso y mantenimiento de los equipos de trabajo

2.5. Equipos de protección individual

Objetivo: Garantir una correcta selección, adquisición, ubicación, uso y mantenimiento de los equipos de trabajo

3. Procedimientos específicos de Medio Ambiente

3.1 Aspectos ambientales

Objetivo: Establecer la metodología para identificar y evaluar los aspectos ambientales directos, indirectos y potenciales del centro y determinar aquellos que son significativos

3.2. Control operacional, seguimiento y medida

Objetivo: Asegurar que las actividades que tienen incidencia en el medio ambiente se desarrollan en condiciones controladas

3.3. Declaración ambiental

Objetivo: Facilitar al público y a otras partes interesadas la información medioambiental respecto al impacto de las actividades del centro y mostrar una mejora permanente del comportamiento ambiental de la organización

RESULTADOS

El resultado de esta integración de aspectos ambientales con prevención de riesgos laborales, conlleva al diseño de una estructura de sistema documental que da respuesta a los requisitos normativos de las normas ISO como se evidencia en esta tabla.

REQUISITOS ISO 45001:2018	REQUISITOS ISO 14001:2015	DOCUMENTOS DE REFERENCIA DEL SISTEMA
4 CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN		
4.1. Compresión de la organización y su entorno	4.1. Compresión de la organización y su entorno	Manual de Gestión de PRL y MA Análisis de contexto - DAFO
4.2. Comprensión de las necesidades y expectativas de los trabajadores y de otras partes interesadas	4.2. Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	Tabla Partes interesadas
4.3. Determinación y alcance del sistema de gestión de la SST	4.3. Determinación y alcance del sistema de gestión ambiental	Manual de Gestión de PRL y MA Declaración ambiental
4.4. Sistema de gestión ambiental	4.4. Sistema de gestión ambiental	Manual de Gestión de PRL y MA
5. LIDERAZGO Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES		
5.1. Liderazgo y compromiso	5.1. Liderazgo y compromiso	Manual de Gestión de PRL y MA
5.2. Política ambiental	5.2. Política ambiental	Política de Prevención y Medio Ambiente
5.3. Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	5.3. Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	Manual de Gestión de PRL y MA Procedimientos de gestión
5.4. Consulta y participación de los trabajadores		PG-INT-11. Participación y consulta
6. PLANIFICACIÓN		
6.1. Acciones para abordar riesgos y oportunidades 6.1.2. Identificación de peligros y evaluación de riesgos y oportunidades	6.1. Acciones para abordar riesgos y oportunidades	Matriz Riesgos y oportunidades PG-INT-06. Accidentes e incidentes PG-INT-14 . Control de cambios PGE-PRE-01. Evaluación de riesgos
	6.1.2. Aspectos ambientales	PG-AMB-01. Aspectos ambientales
6.1.3. Determinación de requisitos legales y otros requisitos	6.2.3. Requisitos legales y otros requisitos	PG-INT-01. Requisitos legales y normativos

6.1.4. Planificación de acciones	6.1.4. Planificación de acciones	PG-INT-02. Objetivos y planificación
6.2. Objetivos de la SST y planificación para lograrlos	6.2. Objetivos ambientales y planificación para lograrlos	PG-INT-02. Objetivos y planificación
7. APOYO		
7.1. Recursos	7.1. Recursos	Manual de Gestión de PRL y MA Procedimientos de gestión PG-INT-02. Objetivos y planificación
7.2. Competencia	7.2. Competencia	PG-INT-03. Información, formación y competencia PG-INT-12. Acogida
7.3. Toma de conciencia	7.3. Toma de conciencia	PG-INT-03. Información, formación y competencia PG-INT-12. Acogida
7.4. Comunicación	7.4. Comunicación	PG-INT-04. Comunicaciones y sugerencias PG-AMB-03. Declaración ambiental PG-INT-11. Participación y consulta
7.5. Información documentada	7.5. Información documentada	PG-INT-09.Control documental
8. OPERACIÓN		
8.1. Planificación y control operacional	8.1. Planificación y control operacional	PG-AMB-02. Control operacional, seguimiento y medida PG-INT-08. Colaboradores externos PG-INT-5. Control de cambios
8.1.2. Eliminar peligros y reducir riesgos para la SST		PG-PRE-01. Evaluación de riesgos PG-PRE-02. Vigilancia de la Salud PG-PRE-03. Trabajadores especialmente sensibles PG-PRE-04. Equipos de trabajo PG-PRE-05. Equipos de protección individual

8.1.3.Gestión del cambio 8.1.4. Compras		PG-INT-15. Control de cambios PG-INT-08. Colaboradores externos
8.2. Preparación y respuesta ante emergencias	8.2. Preparación y respuesta ante emergencias	PG-INT-07. Control de emergencias PG-INT-06. Accidentes e incidentes
9. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO		
9.1. Seguimiento, medición, análisis y evaluación	9.1. Seguimiento, medición, análisis y evaluación	PG-INT-01. Requisitos legales y normativos PG-INT-02. Objetivos y planificación PG-INT-05. Equipos de inspección y medida PG-INT- 13. Revisión por la Dirección PG-AMB-02. Control operacional, seguimiento y medida
9.2. Auditoria	9.2. Auditoria	PG-INT-13. Auditorias
9.3. Revisión por la Dirección	9.3. Revisión por la Dirección	PG-INT-14. Revisión del Sistema
10. MEJORA		
10. 1. Incidentes, no conformidades y acciones correctivas	10. 2. No conformidad y acción correctiva	PG-INT-06. Accidentes e incidentes PG-INT-10. Medidas correctivas y preventivas
10.2. Mejora continua	10.2. Mejora continua	Política de PRL y MA Manual de PRL y MA

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los documentos del sistema que han resultado más cómodos integrar mediante las normas ISO 45001 y 14001 son los de carácter general:

- Manual de gestión: al ser el sistema de gestión común para la Prevención y el Medio ambiente se pueden recoger en un único documento la organización, los procesos y recursos.
- Política: los criterios de mejora continua y de contenido de la política en las dos normas son similares
- Análisis de contexto: el análisis de contexto se realiza tanto desde punto de vista de afectación a la seguridad y salud como al medio ambiente.
- Partes interesadas: la identificación de las partes interesadas, el análisis de sus necesidades y el mecanismo de respuesta que se les da se realiza teniendo en cuenta los dos sistemas
- Riesgos y oportunidades: se analizan abordando la afectación tanto en la consecución de objetivos ambientales como preventivos.

A nivel de procedimientos, esta integración no resulta tan factible debido a la idiosincrasia de los objetivos de cada sistema. Actividades como la evaluación de riesgos, la vigilancia de la salud, el control de equipos de protección individual entre otros conceptos son propios de la Prevención de riesgos laborales y no se interrelacionan con el sistema de gestión ambiental. Así mismo, la evaluación de aspectos ambientales y la declaración ambiental son actividades propias del sistema de gestión ambiental. Todas estas peculiaridades quedarían recogidas dentro del apartado control operacional de las normas.

De los 23 procedimientos de gestión que tiene nuestro sistema, 15 son integrables totalmente, 5 son específicos del sistema de Prevención de riesgos laborales y 3 específicos para el sistema de Medio ambiente. Por tanto, en términos generales el nivel de integración es elevado.

CONCLUSIONES

Independientemente de que la organización desee o no tener sus sistemas certificados según las normas ISO, la utilización de la estructura de las normas ISO 45001:2018 y ISO 14001:2015 permite la integración documental de los sistemas de Prevención y Medio ambiente, evitando de esta manera duplicidades de actividades, recursos y burocracia.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo de Mantenimiento y al Servicio de Prevención del Hospital Sant Joan de Déu de Barcelona por su compromiso y participación activa en la consecución de los objetivos de Prevención y Medio Ambiente

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ISO 45001:2018 - Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo – Requisitos con orientación para su uso

UNE-EN ISO 14001:2015-Sistemas de gestión ambiental –Requisitos con orientación para su uso

Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa (2015). INSHT

Abad J. Dalmau I. Vilajosana J. (2014). Taxonomic proposal for integration levels of manegement systems based on empirical evidence and derived corporate benefits. J Clean Prod 78:164-173.

Bestraten M. y otros (2003). Manual de procedimientos de prevención de riesgos laborales. Guía de elaboración. Madrid. INSHT

Bestratén M. ,Carboneras M.A. (2001) .NTP 576: Integración de sistemas de gestión: prevención de riesgos laborales, calidad y medio ambiente. Madrid. INSHT

Bestratén M. (2001) NTP 591: Documentación del sistema de prevención de riesgos laborales (III): registros documentales. Madrid. INSHT

Bestratén M., Nadal O. (1998) NTP 485-484: Documentación del sistema de prevención de riesgos laborales (II) i (II). Madrid. INSHT

Estimación de la exposición a radiaciones cósmicas en la operación aerea en Colombia

RESUMEN / ABSTRACT

La exposición a radiaciones ionizantes en el ámbito laboral puede estar relacionada con el uso de fuentes radioactivas, equipos generadores o por fuentes naturales, es habitual considerar que un trabajador está expuesto a radiación natural proveniente de la composición del suelo principalmente, en especial del radón, y la radiación cósmica. Para el caso de la aviación, las radiaciones cósmicas son la principal fuente de exposición para los tripulantes de una aeronave debido a su mayor proximidad a la fuente.

Con el fin de estimar la exposición a esta radiación en las rutas aéreas operadas en Colombia y conocer niveles de exposición que pueden tener las tripulaciones de estos vuelos comparando con los niveles de exposición definidos por la International Commission on Radiological Protection para exposición del público y exposiciones ocupacionales, se procesaron los datos registrados de cerca de 44.000 vuelos realizados en el periodo enero a abril de 2017, en más de 70 rutas, la estimación de la dosis recibida se calculó mediante el uso del sistema CARI 7 de la Federal Aviation Administration y para su ejecución masiva se desarrolló Cosmic-G, de uso exclusivo para este proyecto.

El análisis de la información se realizó utilizando datos estadísticos como la media, la mediana y desviación estándar, permitiendo caracterizar cada unas de las rutas operadas en el país y realizar análisis comparativo entre rutas y duración de los vuelos. Así mismo se analizaron los vuelos realizados por cada uno de los pilotos y tripulantes encontrando que la estimación de dosis de exposición esta muy por debajo de los valores definidos por los organismos internacionales.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Evaluación de la exposición a radiaciones cósmicas en aviación
Radiaciones cósmicas a nivel ecuatorial
Método para la vigilancia de la exposición a radiaciones cósmicas

AUTORES / AUTHORS

Yezid Fernando Niño Barrero
Dr HR ltda. / SURA
yfnino@gmail.com
Hernán Darío Rentería Cáceres
Dr HR Ltda / SURA
hernanrenteria@gmail.com
Nathaly Barbosa Parada
Dr HR Ltda / SURA
nathalybarbosa@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Introducción

La exposición a radiaciones cósmicas, en diferentes escenarios, ha sido un tema de preocupación y análisis a nivel mundial. En el contexto de los viajes espaciales, por ejemplo, el interés es lograr la protección de los astronautas de los efectos que a largo plazo puedan derivarse de dicha exposición, teniendo en cuenta el escaso conocimiento que actualmente se tiene sobre los efectos de este tipo de radiación sobre su salud, en particular sobre células madre hematopoyéticas (HSC), así como el lento avance en la investigación del posible desarrollo de neoplasias hematopoyéticas en misiones espaciales profundas, relacionadas con la estabilidad genética en estas células(Patel, Welford, & Gerson, 2016).

La radiación cósmica es un tipo de radiación ionizante que consiste fundamentalmente en un bombardeo de protones o núcleos de hidrógeno de alta energía, procedentes del espacio exterior, que incluyen una cierta proporción de electrones y núcleos más pesados como el helio (Núñez, Lagos & Roglá, 2011). El origen de esta radiación es el espacio exterior, cuya principal fuente proviene de partículas de otras galaxias.

Para el caso de la aviación, y teniendo en cuenta que en el aire operan miles de vuelos simultáneamente, el estudio sobre este tipo de exposición no puede quedarse atrás. Según el portal www.flightradar24.com durante el mes de febrero de 2017 se registraron de 127.542 a 162.865 vuelos por día en el mundo, en todos ellos las tripulaciones estuvieron expuestas a diferentes peligros que involucraron tanto su seguridad, como su salud. De allí la importancia de identificar la exposición a radiaciones cósmicas, las cuales se consideran importantes cuando se producen a partir de los 15.000 metros de altitud (INSHT, n.d.).

En Colombia, teniendo en cuenta que las radiaciones cósmicas están clasificadas como ionizantes y que la exposición de trabajadores a este tipo de radiación se considera de alto riesgo (Decreto 2090 de 2003 - Artículo 2), previa clasificación e identificación de peligro e impacto sobre la salud, se hace necesario medir y determinar la dosis de radiación a bordo de las aeronaves.

Para establecer dicho nivel de exposición, que en caso de ser alto y afectar directamente al trabajador requerirá la implementación de un programa de protección radiológica, se pueden realizar mediciones directas en cabina (Vergara et al., 2004; Vergara y Roman, 2009; Meier et al., 2009) o cálculos con modelos matemáticos mediante software (FAA Civil Aeromedical Institute, 2004; Helmholtz Zentrum München Institut für Strahlenschutz, 2010; Institute de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, 2013; PCAire Inc, 2010).

De los diferentes reportes que han buscado estimar o medir las radiaciones ionizantes al interior de una aeronave, se destaca uno publicado en 1989, el cual realizó un estudio con 32 vuelos de 4 a 13 horas sin escalas en los Estados Unidos. Los equivalentes de dosis anuales recibidos en los vuelos oscilaron entre 0,2 y 9,1 mSv (20 a 910 mRem) (Friedberg, Faulkner, Snyder, Darden, & O'Brien, 1989). Otro estudio relevante, realizado en 2005 con vuelos de Iberia, mostró que la dosis anual recibida por los tripulantes varió entre 0,5 y 3,0 mSv, considerando 600 horas de vuelo efectivo desde el despegue hasta el aterrizaje (Saez Vergara et al., 2005). Esta diferencia en los resultados puede asociarse a las variables de este como duración y ruta (altitud y latitud), donde los vuelos más largos, con más altura y a latitudes mayores tendrán una mayor dosis de exposición, esto se traduce en que la dosis anual promedio es inferior a 1 mSv para tripulantes de rutas nacionales (Paschoa & Steinhäusler, 2010).

Aunque en la normatividad colombiana no se establecen límites de dosis para la tripulación de los vuelos y en el mundo es aceptado no realizar vigilancia radiológica, si se demuestra de forma fehaciente que la práctica no conlleva exposiciones superiores a 1 mSv al año, es decir que no supera los límites del público, es vital establecer que cuando se demuestra que tal nivel puede ser superado, deberá llevarse sin discusión monitoreo individual, siguiendo los principios de protección radiológica que conlleven a optimizar e informar a los trabajadores del riesgo asociado a dicha exposición.

Este panorama, nos lleva a la necesidad de identificar las exposiciones de las tripulaciones de Aviancaa radiaciones cósmicas, con el fin de definir si se requieren medidas de protección para mantener bajo control estas exposiciones, buscando que no superen de manera significativa los límites de la población en general, 1 mSv/año.

Límites de dosis

La Comisión Internacional de Protección Radiológica en su publicación número 60 (ICRP, 1991), recomienda los límites de dosis que han sido adoptados a nivel mundial. Los valores se resumen en la Tabla1.

Tabla 1
Límites de dosis anual

Dosis	Ocupacional	Público
Dosis efectiva	20 mSv[1,2]	1 mSv[3]
Dosis equivalente en:		
Cristalino[4]	150 mSv	15 mSv
Piel	500 mSv	50 mSv
Manos y pies	500 mSv	-

(ICRP, 1991)

[1] Se recomienda un límite dosis efectiva de 20 mSv, promediado durante 5 años (100 mSv en 5 años), siempre que en ningún año se supere 50 mSv.

[2] Para trabajadoras en embarazo se establece un límite de dosis efectiva de 1 mSv para el feto o una dosis en la superficie del abdomen de la madre de 2 mSv y la incorporación de radionucleidos a l/20 del ALI. Para exposición a radiación galáctica durante un vuelo, la dosis equivalente del feto puede ser estimada como la dosis efectiva a la madre (Nicholas et al. 2000).

[3] En condiciones especiales, puede permitirse un valor superior de dosis efectiva en un año, si se asegura que la dosis promediada en cinco años no exceda 1 mSv.

[4] Si bien el límite en el marco normativo nacional es de 150 mSv/año, el ICRP en su declaración del 21 de abril de 2011 (INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 2011), reevalúa los límites de dosis equivalente en cristalino a la luz de las cataratas y opacidad en cristalino reportados en procedimientos que hacen uso del intervencionismo y establece un límite de dosis equivalente de 20 mSv en un año, sin exceder 50 mSv en ningún año. Por esta razón, se sugiere tener este valor en los programas de optimización de la exposición de los trabajadores.

Aunque se considere que el uso de monitoreo como rutina para las tripulaciones, como se hace con los trabajadores de la industria nuclear, podría ser impráctico y difícil de implementar, es importante aplicar los cálculos y estimados recomendados por la ICRP para grupos críticos de profesionales de vuelo, que ayuden al trabajador expuesto a conocer su riesgo y tomar las medidas necesarias para contrarrestarlo.

Radiación cósmica

La radiación ionizante que es producida fuera de la tierra está principalmente constituida por partículas procedentes de otras galaxias, aproximadamente 95% del total, formada a su vez por núcleos atómicos (90% protones, 9% núcleos de helio y un uno por ciento de núcleos más pesados) y por un dos porciento de electrones (ICRU report, 2010). La cantidad de partículas y su contribución a la exposición en la tierra depende de la actividad solar, la cual varía acorde a su ciclo, que tiene en promedio once años de duración (Lindborg et al., 2004)[1].

Una vez la radiación cósmica primaria interactúa con el nitrógeno y el oxígeno de la atmósfera terrestre se produce radiación secundaria. A altitudes bajas, los muones son los mayores contribuyentes a la dosis efectiva, mientras que a la altitud de los aeroplanos lo son los neutrones (55%), electrones y positrones (20%), protones (15%), fotones (5 %) y muones en un cinco porciento (Bartlett, 2004).

La Figura 4, esquematiza la generación de cascadas de partículas secundarias, de la cual puede inferirse que existe una dependencia entre la dosis de radiación y la calidad de ésta con la altura, por ejemplo, la tasa de dosis al nivel del mar es de 0.03 µSv/h, a 6.7 km de 1 µSv/h y a 15 km de 10 µSv/h (Beck, 2007). La contribución a la dosis total que reciben las tripulaciones de vuelo es del 95% y su comportamiento es estable y predecible.

Adicional a la radiación cósmica galáctica, existen partículas solares que son capaces de llegar a nuestro planeta donde los habitantes están expuestos a ellas. Dichas partículas son producidas por liberaciones energéticas repentinas y esporádicas de la atmósfera solar (fulguración solar) y por eyecciones de masa coronal. Solo una pequeña fracción de las partículas solares, en promedio una al año, llegan a la tierra y pueden causar un aumento en la tasa de dosis a la altura de vuelo, esos incrementos son rápidos, siendo su duración usual del orden de los minutos, aunque en ocasiones pueden llegar a ser de hasta varios días (Lindborg et al., 2004).

Un evento solar ocurrido el 23 de febrero de 1956, incrementó los niveles de tasa de dosis normales de 10 µSv/h hasta alrededor de 4.5 mSv/h a una altitud de 9 km (Lewis, Green, & Bennett, 2009). Ya que los fenómenos son repentinos y esporádicos, son difícilmente predecibles, éstos son hallados con detectores de neutrones ubicados en tierra y los cálculos en los aumentos de los niveles de exposición deben ser realizados retrospectivamente.

Otro fenómeno relacionado con la dinámica solar es el decrecimiento Forbush, ocurre por una disminución en la intensidad de la radiación cósmica que llega a la tierra luego de una eyección de masa coronal, esto debido a la interacción de las partículas que conforman la radiación cósmica con el campo magnético del viento del plasma solar. La intensidad de los rayos cósmicos puede tener una disminución drástica, hasta un veinte porciento en unas pocas horas, sin embargo, la recuperación es lenta y suele durar entre siete y diez días (Barrantes et al., 2018).

Interacción con el campo magnético terrestre

A bajas latitudes, el campo magnético terrestre se comporta como un blindaje frente a las partículas cargadas que impactan, causando que aquellas que no cuentan con suficiente energía sean desviadas y no interactúen con la atmósfera terrestre. Por el contrario, cerca de los polos no existe tal blindaje y la radiación cósmica puede alcanzar la atmósfera terrestre. Como resultado la tasa de dosis de radiación cósmica es mayor en los polos y disminuye conforme se acerca al ecuador.

En el estudio publicado por Lindborg (2004)se muestra la variación de la tasa de dosis equivalente ambiental en función de la altura. En azul se muestra el comportamiento polar y en rojo el ecuatorial. Se observa que, para la misma altura, la tasa de dosis puede ser hasta seis veces mayor en los polos. Adicionalmente, pueden identificarse las variaciones en las tasas de dosis dependiendo del ciclo solar y la menor influencia del ecuador que en el nivel polar.

Exposición ocupacional en tripulación de vuelo

Publicaciones internacionales, como la del Comité Científico de Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica (UNSCEAR, 2000) muestran que las dosis de radiación de los tripulantes de vuelos están dentro de 0.2 mSv y 3 mSv al año. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que dependiendo de la duración del vuelo y su ruta (altitud y latitud) las dosis recibidas por los pasajeros y la tripulación pueden ser de tan solo ~1 µSv en vuelos cortos y hasta ~40 µSv en vuelos trasatlánticos, recordando que la dosis anual promedio inferior a 1 mSv se ha establecido para tripulantes de rutas nacionales (Paschoa & Steinhäusler, 2010). Tal es el caso de un estudio realizado en Brasil en 2010, en el cual debido a la baja frecuencia de los vuelos, la tripulación evaluada recibió una dosis acumulada anual inferior a 1 mSv, por lo cual concluyeron que no era necesario ningún control adicional para las tripulaciones (Cláudio Antonio Federico, Pereira, Pereira, Gonçalez, & Caldas, 2010).

Estimación de la dosis durante los vuelos

El monitoreo radiológico de los trabajadores expuestos a fuentes y equipos emisores de radiación ionizante, ha sido llevado a cabo con detectores de radiación pasivos que permiten la acumulación de información de exposición en un periodo de tiempo y cuya lectura se relaciona con la dosis efectiva recibida por el trabajador en éste mismo periodo. Estos detectores comúnmente conocidos como dosímetros personales, son caracterizados para cada tipo de radiación al que se expone el trabajador y sus energías. Los tipos de radiación más comunes corresponden a: rayos X, radiación gamma, radiación beta y neutrones, con energías bien definidas de acuerdo con la práctica realizada.

Puesto que la exposición de los tripulantes de un vuelo se debe no solo a radiación electromagnética, beta y neutrones, sino también a positrones, protones, muones (Bartlett, 2004), y adicionalmente al amplio espectro energético de ésta, no es posible la medición con un dispositivo tan sencillo como el dosímetro personal. La medición de la exposición a radiación cósmica debe ser realizada con instrumentación especializada, que es calibrada en amplios rangos energéticos, por ejemplo, los detectores TECP (Tissue Equivalent Proportional Counter).

A través de equipos de medición especializados se realiza la evaluación de exposición en cabina a la tripulación (Lindborg et al., 2004; Meier, Hubiak, Matthia, Wirtz, & Reitz, 2009; Vergara, Gutierrez, Jimenez, & Roman, 2004; Vergara & Roman, 2009), recientemente se ha publicado una investigación sobre dosímetros semiconductores de dosis ionizante total (TID por su sigla en inglés) de la referencia Teledyne UDOS001, que podrían convertirse en sensores para medición en tiempo real de radiaciones biológicamente dañinas en altitudes de aviación (Rosenthal, Hayes, & Mertens, 2018), sin embargo, esta tecnología aun está en desarrollo.

Debido a que realizar mediciones continuas a la tripulación no es posible y que lograr abarcar la totalidad de los aviones es una tarea titánica, se han desarrollado software de estimación de dosis como el CARI (FAA Civil Aeromedical Institute, 2004), el EPCARD (Helmholtz Zentrum München Institut für Strahlenschutz, 2010), el PCAIR (PCAire Inc, 2010)y el SIEVERT (Institute de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, 2013). Dichos software han sido validados para los diferentes tipos de altura, radiación, entre otros parámetros. Con ellos se ha concluido que existe una buena concordancia entre las mediciones y los resultados modelados en las altitudes de los vuelos comerciales, brindando soporte para su uso en el cálculo de las dosis efectivas recibidas por el personal de vuelo (Lindborg et al., 2004).

El uso de estas herramientas ha demostrado ser de las mejores estrategias para la medición de un gran numero de vuelos, lo que ha permitido hacer de manera retrospectiva, una estimación de la exposición de las tripulaciones, dado su facilidad de operación y bajo costo. Así mismo, porque brindan el respaldo suficiente sobre la fiabilidad de sus resultados.

Para el presente estudio se hizo uso del CARI, en su versión número siete, dado que es de acceso gratuito y cuenta con el respaldo de una de las entidades de referencia de mayor importancia a nivel mundial, la Federal Aviation Administration(FAA).

CARI

Es un software desarrollado por el Instituto Médico Aeroespacial de la FAA, diseñado para calcular las dosis efectivas generadas por la exposición a radiación cósmica recibidas por tripulantes de vuelo (“CARI-7 and CARI-7A,” n.d.). Algunas de las características principales del software CARI-7 (Copeland, 2017)son:

- Permite calcular la dosis durante cualquier vuelo ocurrido entre enero de 1958 al presente.
- Es capaz de calcular tasas de dosis de radiación cósmica en la atmósfera hasta a 100 km de altura.
- Tiene en cuenta los efectos de la actividad solar y los campos geomagnéticos.
- No se consideran las tormentas solares ni sus efectos, exceptuando el decrecimiento Forbush, el cual es modulado (1:1) por el cambio en el flujo de neutrones medido al nivel del mar.
- Las cascadas de rayos cósmicos son calculadas a través de simulación Monte Carlo de transporte de partículas MCNPX 2.7.0. Lo anterior hace que no sea necesario usar el principio de superposición (en el cual el transporte de núcleos se considera equivalente a un flujo de sus componentes de neutrones y protones).
- El espectro interestelar usado es el del modelo ISO 15390:2004, modulado por el método potencial heliocéntrico. En el CARI-7A puede escogerse el modelo entre el ISO 15390:2004, el modelo de Badhwar y O’Neill (“Badhwar–O’Neill 2010 Galactic Cosmic Ray Flux Model—Revised - IEEE Xplore Document,” n.d.), entre otros.
- Permite obtener como resultado: la fluencia de las partículas secundarias, la dosis efectiva basada en las recomendaciones del ICRP 60 (ICRP, 1990), la dosis efectiva basada en las recomendaciones del ICRP 103 (ICRP, 2007), la dosis equivalente ambiental H*(10) y la dosis absorbida en cuerpo completo.

La versión CARI-7A ha sido diseñada con un enfoque de investigación y docencia, por lo tanto, cuenta con más opciones de elección para el usuario, incluyendo parámetros del transporte de partículas, múltiples modelos para la radiación cósmica primaria y los eventos solares, incluyendo una opción para ingresar el espectro customizado. Por lo anterior, el CARI-7A requiere más espacio RAM durante su ejecución y corre varios cientos de veces más lento (alrededor de 1 segundo por locación), condición que limita en gran medida su uso para el procesamiento masivo de datos.

Considerando el alcance de la evaluación a realizar y el tiempo de ejecución, se determina que el código a usar para el cálculo de dosis será el CARI-7, que permitirá una ejecución del proceso más rápido y dado que son pocas las opciones de parametrización, permite asegurar que no se han realizado cambios en la estimación para diferentes vuelos.

[1]El último ciclo solar es el número 24, el cual inició en diciembre de 2008 y tuvo su máximo en febrero de 2014.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo de tipo retrospectivo en las diferentes rutas operadas por Avianca Colombiadurante los meses de enero, febrero, marzo y abril de 2017. La información fue suministrada directamente por la compañía y su programaACARS, allí se obtiene información de posición de la aeronave con reportes registrados cada cinco minutos durante el vuelo, con las siguientes variables:

- Fecha
- Hora
- Matrícula
- Tipo de avión
- Coordenadas
- Tiempo de vuelo
- Altura

El procesamiento de la información de los vuelos se realizó mediante el software CARI-7 y para el procesamiento masivo se utilizó el software Cosmic-G, el cual es un desarrollo exclusivo para este proyecto. En la caracterización de las rutas se utilizaron estadísticos descriptivos básicos para determinar medidas de tendencia central de las dosis, alturas y tiempos de vuelo. Estos datos fueron cruzados con la información suministrada de pilotos y copilotos, para hacer la estimación de la dosis recibida por la tripulación, haciendo la proyección a un año.

Estimación de dosis por vuelo a través de Cosmic-G

Cosmic-G es el sistema que permite realizar la ejecución de manera masiva de CARI (aplicación de la FAA para el cálculo de dosis de radiación cósmica), se centra en tener la información de los vuelos de cualquier aerolínea y transformarla en la estructura que soporta CARI y ejecutar cada uno de los vuelos por día y por ruta.

La ejecución brinda como producto la generación de un archivo de resultados masivos de los vuelos registrados por número, es decir, genera el resultado de CARI por cada vuelo y se va agregando en el archivo results.

Características

- Convierte archivos excel a archivos de texto para procesarlos a través de Cosmic-G.
- Convierte masivamente archivos de forma ilimitada.
- Valida los archivos TXT generados en estructura y tipos de datos.
- Ejecuta individualmente cada vuelo por ruta en CARI-7.
- Detecta errores de ejecución y los registra en log.
- Acumula los resultados en un solo archivo.

Las validaciones que se realizan a los datos fuente son:

- Date: es la fecha donde la aeronave guarda el registro de la ubicación (se valida la fecha en formato inglés ya que este es el dato importante al momento de ejecutar CARI).
- Time: es la hora donde la aeronave guarda el registro de la ubicación (se valida que esté en el formato correcto de HH:MM:SS, se puede tener la opción de no validar este dato a través de configuración).
- Aircraft Number: número de placa de la aeronave (no se valida).
- Flight Number: número de vuelo (no se valida).
- Aircraft Type: tipo de aeronave (no se valida).
- Degrees N/S: coordenada en grados en dirección Norte/Sur (se valida que sea un número entero).
- Minutes N/S: coordenada en minutos en dirección Norte/Sur (se valida que sea un número flotante).
- Direction N/S: dirección de la coordenada Norte/Sur (se valida que tenga la letra S o N).
- Degrees E/W: coordenada en grados en dirección Este/Oeste (se valida que sea un número entero).
- Minutes E/W: coordenada en minutos en dirección Este/Oeste (se valida que sea un número flotante).
- Direction E/W: dirección de la coordenada Este/Oeste (se valida que tenga la letra E o W).
- Feet: pies de altura de la posición de la aeronave (se valida que sea un número entero. Adicional, tiene una validación si los pies vienen en cientos, en vez de 30.000 viene 300 o el número completo).

- Minutes: minutos de vuelo en cada punto (se valida que el dato sea entero).

Se diseñó y desarrolló un módulo específico para validaciones de datos fuente, el cual evalúa los errores de los datos más relevantes para Cosmic-G. Permite generar un reporte de errores previo a la ejecución total del procesamiento y da un valor agregado, entrega la información errada con anticipación, para que pueda ser corregida y luego entregada para la ejecución de CARI.

Los archivos corregidos procesados arrojaron los siguientes datos de ejecución total:

- 53.399 vuelos procesados.
- 687 archivos.
- Se validaron errores de 1.524.934 puntos por todos los vuelos.
- Se detectaron inconsistencias en los datos, sin embargo, fueron procesados el 100% de ellos.

Las inconsistencias se presentaron debido a la calidad de la información en cuanto a minutos correctos, cantidad de puntos de un vuelo, etc. No detectables a través de la validación, ya que son datos provenientes de los vuelos registrados directamente en Avianca, los cuales previamente no se pueden controlar.

Para que los resultados fueran coherentes, se extrajeron de las estadísticas los datos que se desviaban en un alto porcentaje de la media, ya que tener incoherencias en algunos vuelos, hace que lo procesado en CARI, arroje resultados equivocados a lo esperado.

Análisis de las rutas

Se basó en la información suministrada de los vuelos realizados en todas las rutas operadas por Avianca-Colombiadurante los cuatro meses objetodel estudio y en la identificación de patrones o características que permitieran crear grupos representativos.

El servicio de transporte aéreo de pasajeros que se presta desde un origen hasta un destino específico, tiene una identidad tan bien definida, que lo convierte en uno de los sectores con procesos de seguridad y control más fuertes, tanto así que es sencillo determinar los atributos peculiares que lo distinguen de los demás. Su caracterización estadística, por ejemplo, dentro de la complejidad de los atributos que identifican el servicio, es un recurso que se integra a la información requerida para la gestión de la operación.

En consecuencia, y con el fin de aprestar los elementos estadísticos orientados por el objetivo central de este estudio, la ruta, como singularidad, se constituyó en el objeto básico de inferencias basadas en los datos acopiados de la totalidad de los vuelos realizados en el periodo de estudio. Así entonces, a partir de la información registrada de los 53.399 vuelos, referente a la ruta seguida, al tipo de aeronave que la cubrió, al número del vuelo, a la duración de este, a la altitud máxima alcanzada y a la dosis de radiación absorbida (resultado del procesamiento con Cosmic-G), se determinaron 161 rutas cubiertas por la aerolínea, que se convirtieron en uno de los parámetros de análisis de este estudio.

Los vuelos vinculados con cada una de las rutas, fueron las unidades de observación para las cuales se definieron variables esenciales del análisis a saber: la dosis de radiación absorbida (variable dependiente), la duración del vuelo y la altitud máxima alcanzada (variables independientes), y la variabilidad connatural entre los vuelos, tanto de la dosis como de la duración y la altitud, que dependen de múltiples circunstancias de la operación y del entorno donde se realiza, lo que a su vez induce el carácter estadístico particular de la ruta.

Para la caracterización estadística de la ruta, se utilizaron para cada una de las variables, varios estadísticos. El número de vuelos, como indicador del volumen de la ruta, el promedio y la mediana como puntos centrales de referencia, el intervalo de confianza como estimación especial del promedio, la desviación estándar como medida fundamental de la variabilidad, la asimetría como indicador de la forma de la distribución de los datos, el mínimo, el máximo y los cuartiles superior e inferior de la citada distribución, como elementos complementarios en la identificación de valores atípicos.

El análisis estadístico exploratorio preliminar realizado para cada una de las 161 rutas, detectó la presencia de datos atípicos en casi todas ellas y asimetrías de variado género. Por lo tanto, frente a otro estadístico robusto como la media truncada, la mediana fue utilizada para efectos de la estimación de la dosis acumulada genérica de la ruta, porque además de ser robusta es un estimador sin sesgo.

Estimación de dosis de los pilotos

La estimación de la dosis se realiza mediante el registro de los vuelos seleccionados en CARI-7 mediante el uso del software Cosmic-G, donde entre otros datos, solicita las referencias del vuelo, tiempo, altitud, etc. Sus resultados fueron cruzados con la base de datos de los pilotos y copilotos aportada por Avianca. Se analizaron los vuelos realizados por 1.145 personas con una base de datos de más de 117.000 registros.

Debido a los problemas en la calidad del registro, se dificultó determinar el nivel de dosis de cada uno de los vuelos realizados por el piloto o copiloto, entre otros aspectos por errores en el número de vuelo o de la ruta (origen/destino), por lo que se realizó una imputación estadística de los datos faltantes con la mediana de la ruta, con el fin de contar con la información completa de los vuelos realizados por cada comandante de cabina.

Para la estimación de la dosis anual de los pilotos se tomó como base el periodo de cuatro meses analizado y se llevó a un periodo de doce meses:

Estimación de dosis anual=Estimación de dosis 4 meses × 3

RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación se discriminan por el análisis de las rutas de acuerdo con los vuelos reportados por Avianca. Posteriormente, se analiza la estimación de dosis recibida por los pilotos haciendo la proyección a una dosis anual con el fin de comparar con los valores límite de dosis definidos por la ICRP.

Análisis de las rutas

El presente estudio analizó un total de 161 rutas, sin embargo, 12 de ellas no contaron con más de 10 vuelos realizados por lo que estas no se tomaron en cuenta. Por lo tanto, para el siguiente análisis se tomaron un total de 149 rutas durante el periodo de estudio.

El análisis de las tendencias de las dosis de radiaciones cósmicas en cada una de las rutas se realiza mediante una representación gráfica de la dosis mediana de acuerdo a la duración promedio.
En la Figura 1se presenta el total de las rutas, se observa una concentración de rutas por debajo de los 15 µSv y menos de 300 minutos, estas representan el 86,6% de las rutas cubiertas por Aviancay el 94.2% de los vuelos analizados en el periodo.

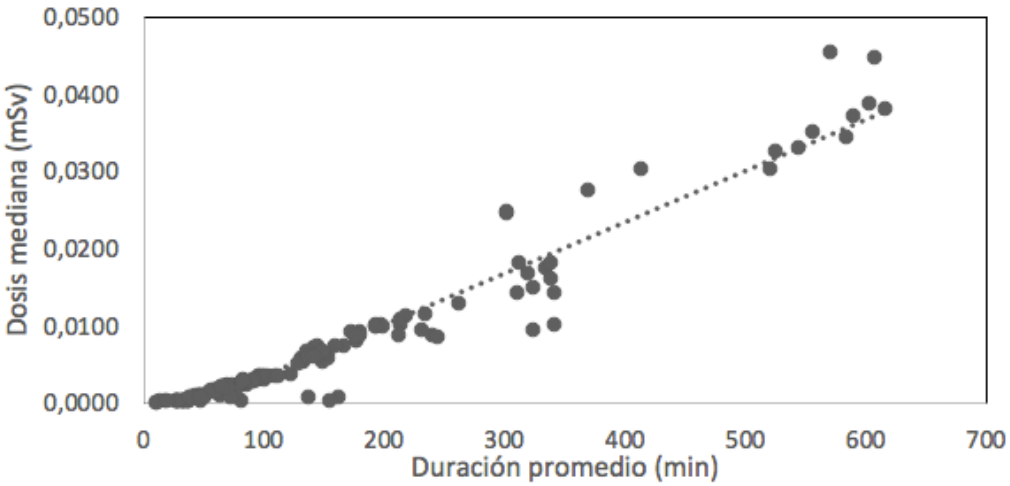


Figura 1. Tendencia de la dosis en todas las rutas

La distribución de rutas discriminadas por destinos nacionales o internacionales es equitativa entre las diferentes rutas cubiertas durante el periodo de estudio, siendo el 49% rutas nacionales y 51% rutas internacionales. A diferencia de la distribución de las rutas se observa que la cantidad de vuelos (frecuencias) en proporción es aproximadamente 4 a 1, por cada vuelo internacional se realizan cuatro vuelos nacionales.

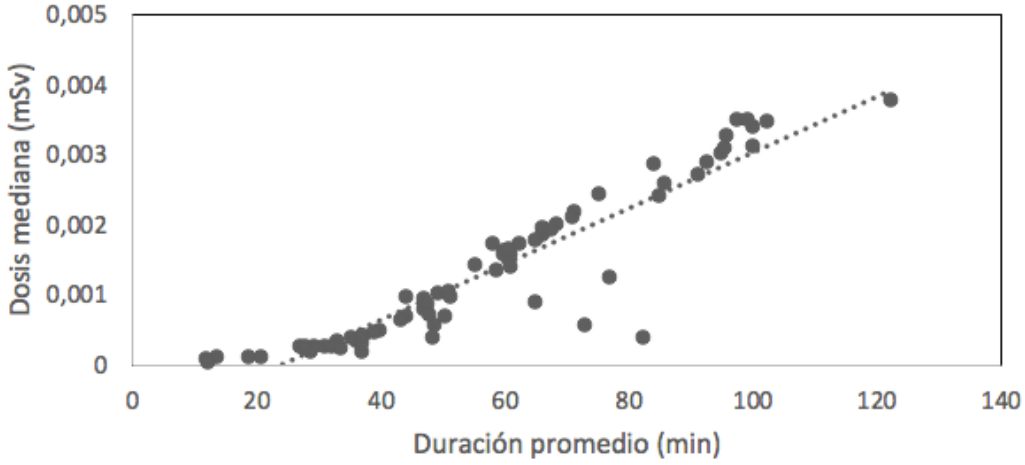


Figura 2. Tendencia de la dosis por rutas nacionales

En el análisis de las tendencias nacionales hay una distribución uniforme a lo largo de la recta, encontrando la máxima dosis 3,75 µSv en el vuelo Medellín-Leticia el cual tiene una duración promedio de 122 minutos.

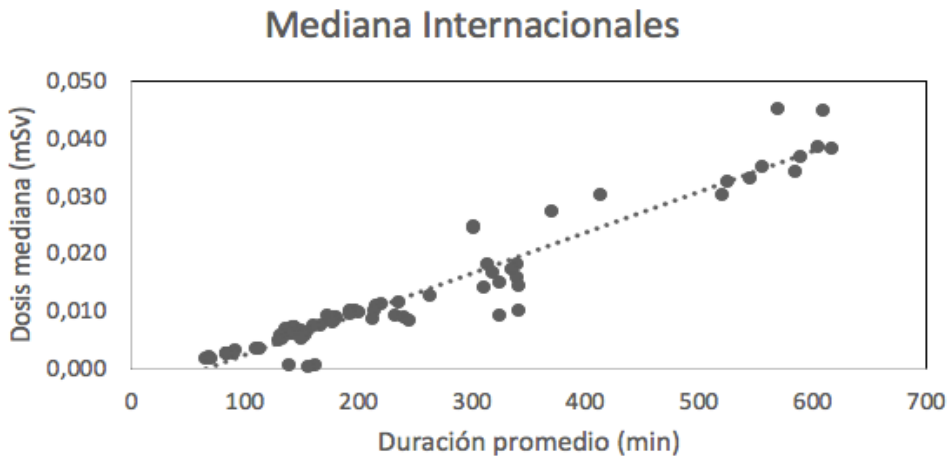


Figura 3. Tendencia de la dosis por rutas Internacionales

En el caso de las rutas internacionales la tendencia de la dosis aumenta con una mayor pendiente con respecto al tiempo de vuelo.

La variación de la dosis mediana entre las diferentes rutas va desde 0.027 µSv en el vuelo Ibagué-Bogotá (con una duración promedio de 12.38 minutos), hasta 45.332 µSv en la ruta Bogotá-Londres (con una duración promedio de 570.26 minutos).

Tabla 2

Dosis en las rutas con mayor frecuencia

Ruta	Número de vuelos	Proporción de rutas	Mediana dosis (µSv)	Tiempo promedio (min)	Mediana altura (pies)
BOG-MDE	3.293	5,84%	0.26	30.95	20.000
MDE-BOG	3.219	5,71%	0.24	27.62	21.000
CLO-BOG	2.922	5,18%	0.35	33.26	23..000
BOG-CLO	2.824	5,01%	0.37	35.42	22000
BOG-CTG	2.173	3,85%	1.52	60.69	36.000
CTG-BOG	2.157	3,82%	1.74	62.48	37.000
BAQ-BOG	1.886	3,34%	1.86	66.25	37.000
BOG-BAQ	1.861	3,30%	1.59	61.16	36.000
BOG-SMR	1.503	2,66%	1.63	59.86	36.000
BGA-BOG	1.334	2,36%	0.41	36.95	22.000
BOG-BGA	1.309	2,32%	0.35	36.32	23.000
BOG-PEI	1.273	2,26%	0.21	28.80	17.600
PEI-BOG	1.249	2,21%	0.23	28.77	21.000
SMR-BOG	1.179	2,09%	1.95	66.23	35.000
BOG-CUC	967	1,71%	0.68	50.56	27.000
CUC-BOG	967	1,71%	0.80	47.23	28.000
CTG-MDE	831	1,47%	1.03	50.90	31.000
CLO-MDE	706	1,25%	0.36	82.20	23.000
BOG-ADZ	621	1,10%	3.38	100.32	36.000
ADZ-BOG	618	1,10%	3.49	97.43	39.000

Se presentan el número de vuelos que fueron incluidos en el análisis, la proporción frente al total de vuelos, la mediana de la dosis de la ruta, el tiempo promedio de duración y la altura máxima alcanzada durante el vuelo de las 20 rutas que presentaron el mayor número de viajes realizados durante el periodo de estudio.

En esta se encuentra que la ruta de Bogotá-Medellín y Medellín-Bogotá son las que representan el mayor número de vuelos, siendo casi el 12% del total de los realizados por Avianca. Los niveles de dosis encontrados en estos vuelos varían de 0.21µSv, en la ruta Bogotá-Pereira, hasta 3.38 µSv en la ruta San Andrés- Bogotá.

Tabla 3

Rutas con mayor nivel de dosis

Ruta	Número de vuelos	Proporción de rutas	Mediana dosis (µSv)	Tiempo promedio (min)	Mediana altura máxima (Pies)
BOG-LHR	120	0.21%	45.33	570.26	41000
LHR-BOG	120	0.21%	44.79	609.11	40000
MAD-CLO	133	0.24%	38.66	604.67	41000
BCN-BOG	117	0,21%	38.30	616.94	40.000
MAD-MDE	51	0,09%	36.99	590.00	41.000
BOG-BCN	130	0,23%	35.03	555.18	41.000
MAD-BOG	306	0,54%	34.26	584.51	40.000
CLO-MAD	120	0,21%	33.20	545.09	41.000
MDE-MAD	52	0,09%	32.60	524.46	41.000
BOG-LAX	84	0,15%	30.39	413.38	40.000
BOG-MAD	308	0,55%	30.14	521.17	40.000
LAX-BOG	82	0,15%	27.41	371.09	41.000
JFK-BOG	239	0,42%	24.80	301.64	41.000
BOG-JFK	239	0,42%	24.52	302.10	41.000
EZE-BOG	107	0,19%	18.14	313.38	40.000
BOG-EZE	89	0,16%	18.08	339.55	39.000
BOG-GRU	241	0,43%	17.30	334.86	39.000
GRU-BOG	238	0,42%	16.65	318.69	40.000
GIG-BOG	121	0,21%	15.85	339.08	38.000
SCL-BOG	372	0,66%	15.03	324.85	36.100

Se presentan las 20 rutas con mayores niveles de dosis, donde se observa que las rutas con destino y origen en Londres son las de mayor nivel de dosis, lo cual coincide con lo reportado con la literatura frente a que a más latitud, altura y tiempo de vuelo se tienen mayores niveles de dosis.

Se observa que las primeras nueve rutas con mayor nivel de dosis son destinos intercontinentales, el siguiente bloque de destinos son dentro del continente americano, donde las mayores dosis se presentan en los destinos/orígenes con las mayores latitudes norte y sur (Los Ángeles, Nueva York, Buenos Aires) seguido de destinos con menores latitudes, pero con tiempos de vuelos prolongados (Sao Paulo y Río de Janeiro).

Análisis de la dosis de pilotos y copilotos

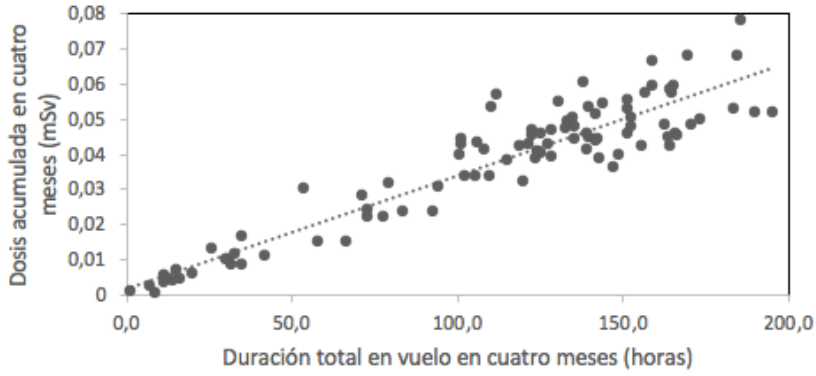


Figura 4. Del periodo de cuatro meses evaluado, dosis acumulada contra la duración total en vuelo para rutas del ATR (total de pilotos evaluados 95).

Muestra las variaciones de la dosis efectiva recibida por 95 pilotos que realizaron vuelos en aviones ATR (mediana de altura 18.612 pies), se compara con la duración total del piloto en vuelo, entendido como la duración promedio de los vuelos realizados y el número de éstos durante los cuatro meses. Se observa, como es esperado, una tendencia lineal con valor máximo de 0.065 mSv para los pilotos con 190 horas de vuelo en cuatro meses.

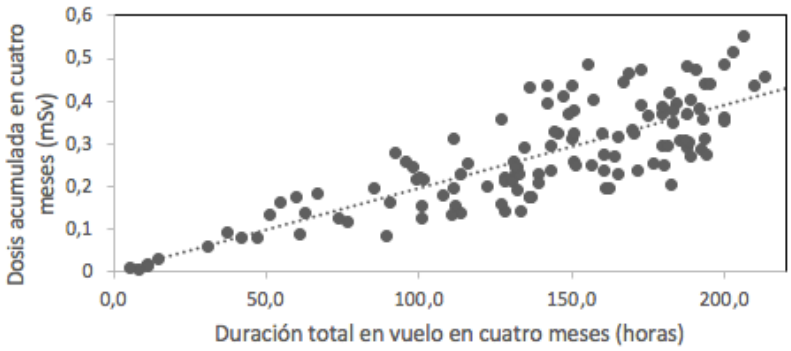


Figura 5. Del periodo de cuatro meses evaluado, dosis acumulada contra la duración total en vuelo para rutas del Airbus 32S (total de pilotos evaluados 694).

Muestra el comportamiento para los 694 pilotos en vuelos llevados a cabo en aviones Airbus 32S (mediana de altura 18.612 pies), nuevamente se encuentra una tendencia lineal con valor máximo de 0.5 mSv para los pilotos que realizan aproximadamente 220 horas.

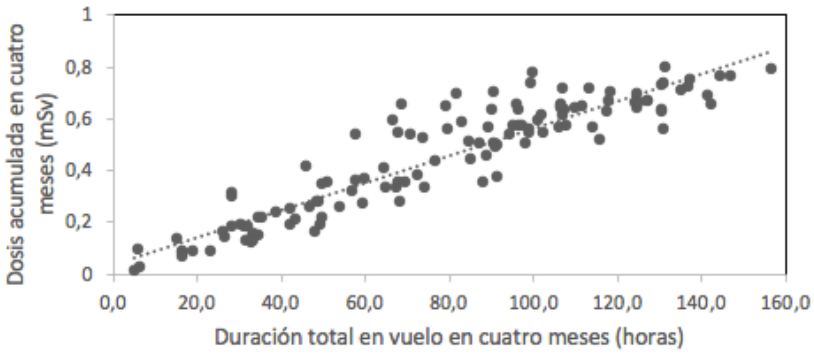


Figura 6. Del periodo de cuatro meses evaluado, dosis acumulada contra la duración total en vuelo para rutas del Airbus 330 (total de pilotos evaluados 124).

Los 124 pilotos con rutas del Airbus 330 (mediana de altura 35.821 pies), alcanzan hasta 0.8 mSv para los pilotos que vuelan 157 horas. Se observa un comportamiento similar a la figura 5.

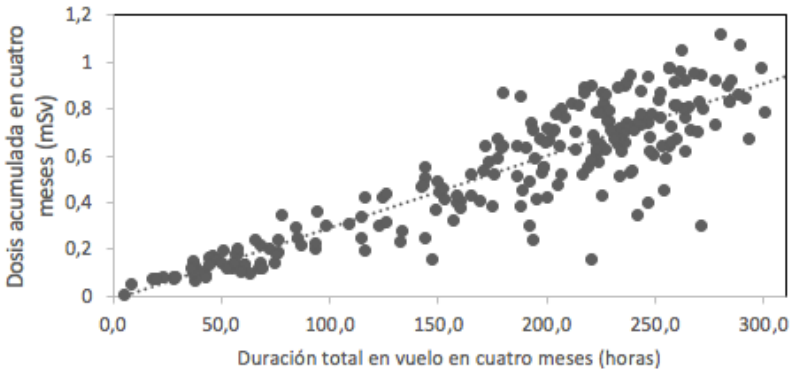


Figura 7. Del periodo de cuatro meses evaluado, dosis acumulada contra la duración total en vuelo para rutas del Boeing 787 (total de pilotos evaluados 229).

Muestra la tendencia para los 229 pilotos con mayores alturas de vuelo (mediana de altura 39848 pías) realizados en el Boeing 787, los cuales, con 300 horas de vuelo, alcanzan niveles de aproximadamente 0.9 mSv en el periodo evaluado. El aumento con los niveles de exposición encontrados en las figuras anteriores se explica con las variaciones de tasas de dosis con la altura.

Con los valores de la estimación de dosis en los cuatro meses se infiere la dosis anual (asumiendo que los cuatros meses analizados representan la dinámica de vuelos del total del año). Los resultados se muestran en la Figura 1 y en la Tabla 4, donde se observa la gran variación en los datos para las diferentes clasificaciones por tipo de avión y por lo tanto por altura promedio de vuelo. El comportamiento anterior es explicado teniendo en cuenta, no solo las diferencias en las rutas realizadas, y por lo tanto las alturas máximas de vuelo, sino por que existe una gran variabilidad entre el número de vuelos realizados en el cuatrimestre evaluado, encontrando pilotos con 1 vuelo y otros con 249 en el mismo periodo.

Considerando que los valores de dosis efectiva recibidos en el cuatrimestre son representativos de la carga laboral anual, se tiene que la mediana de la dosis anual recibida por los pilotos sería de 0.97 mSv (valor máximo: 3.37 mSv; valor mínimo: 0.002 mSv).

Tabla 4

Distribución de dosis en intervalos de 1 mSv.

Dosis	ATR	Airbus 32S	Airbus 330	Boeing 787	Total
Número pilotos	95	694	124	229	1.142
0 – 1 mSv	100%	57%	32%	29%	52%
1 - 2 mSv	0%	43%	51%	32%	38%
2 – 3 mSv	0%	0%	17%	37%	9%
3 – 4 mSv	0%	0%	0%	2%	1%

De acuerdo con los datos presentados para el 52% de los pilotos analizados se estima que no superan el valor de exposición del público general de 1 mSv al año, en complemento el 48% de los pilotos si supera ese límite de dosis. Los pilotos que vuelan a alturas bajas o con cortas duraciones de vuelo no superan el límite de exposición de dosis de público, por ejemplo, puede observarse que el 100% de los pilotos que operan los ATR no supera ninguno el límite de 1 mSv, mientras que el 71% los pilotos del Boeing 727 sí lo hacen.

Tabla 5

Cálculo de dosis estimada para el caso hipotético más conservador de exposición

Ruta	Número de vuelos al año	Mediana dosis de la ruta (mSv)	Dosis estimada al año (mSv)
BOG-LHR	48	0.0453	2.18
LHR-BOG	48	0.0448	2.15
Dosis estimada total recibida			4.33

Se encuentra como valor máximo para todos los pilotos un valor de entre 3 y 4 mSv. Para evaluar el caso más conservador de exposición de pilotos, se toma la ruta Bogotá-Londres al ser la de mayor dosis efectiva por vuelo y se calcula el máximo número de vuelos de esta ruta que puede realizar un piloto al año. Se observa que la dosis máxima esperada para los pilotos es de 4.33 mSv al año, la cual es una cuarta parte del límite de dosis para un trabajador ocupacionalmente expuesto (Tabla 1).

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Todos los habitantes de la tierra estamos expuestos a radiaciones ionizantes de fuentes naturales, incluyendo aquellas que provienen del espacio exterior, por lo tanto, eliminar este tipo de exposición no es posible. El nivel de radiación natural anual oscila entre 0.5 a 5 mSv, encontrando regiones con alto fondo radiactivo que implican dosis en sus habitantes de hasta 260 mSv (Ghiassi-nejad, Mortazavi, Cameron, Niroomand-rad, & Karam, 2002).

Este es el primer estudio que se conoce, realizado con datos reales proporcionados por una aerolínea en Colombia, donde no se toman aleatoriamente algunas rutas, sino que se hace un análisis integral sobre todas ellas en vuelos realizados en un periodo de tiempo. Integralidad que garantiza que la calidad de los resultados encontrados está por encima de otros en estudios que toman tan solo unos vuelos puntuales.

La literatura refleja falta de información de la exposición de tripulaciones que trabajan principalmente a nivel ecuatorial, por los pocos estudios que se han publicado con datos de América del Sur. Algunos de estos, tan solo evalúan la información de la ruta que comienza en Suramérica pero termina en el hemisferio norte a mayores latitudes, o viceversa, e informa el resultado en su conjunto, sin detallar el comportamiento de la tasa de dosis específico de la región (Claudio Antonio Federico, Gonçalez, Sordi, & Caldas, 2012)o a nivel ecuatorial.

Tabla 6

El número de horas de vuelo intrarregionales requeridas en un año para exceder el límite de dosis de la ICRP.

ICAO region	Minimum flight hours to reach ICRP limit	Mean flight hours to reach ICRP limit
Caribbean	550	3.480
Africa	310	1.100
Middle East	350	1.020
Asia	140	980
Latin America	380	960
Pacific	200	760
Europe	160	510
North America	120	420

(Alvarez et al., 2016, p. 99)

Se observa el número de horas de vuelo requeridas en un año para que un pasajero exceda el límite de dosis ICRP para vuelos regionales con resultado reportados por la literatura. Las horas mínimas de vuelo corresponden a un escenario mínimo solar, mientras que las horas medias de vuelo corresponden a las horas promedio de vuelo durante una modulación solar promedio de 662 MV(Alvarez, Eastham, & Barrett, 2016), estos resultados se dan para un año promedio y para un año solar mínimo (en el que las tasas de dosis son más altas). Allí se observa que si se considera que cerca del 80% de los vuelos se realizan al interior del país el número de horas requerido para alcanzar los límites definidos por ICRP sería de mínimo entre 380 horas (valor Latinoamérica) y 550 horas (valor Caribe).

La dosis anual para la tripulación aérea, según la literatura, rara vez supera los 6 mSv, que está muy por debajo del límite promedio para un año definido por la ICRP (Evaluation of the Cosmic Radiation Exposure of Aircraft Crew, 2000). Los resultados encontrados sugieren que para el caso de las tripulaciones en los vuelos de Aviancael valor de dosis anual máximo es de 3.37 mSv, que, si bien se encuentra por encima de la exposición del público general, no supera los valores de exposición de los trabajadores.

Un importante estudio realizado por Goldhagen (2000) concluye que según algunas estimaciones realizadas, la dosis efectiva anual promedio de las tripulaciones actuales es relativamente alta, pero incluso las de mayor nivel en las rutas subsónicas de elevada exposición, no se aproximan al límite de 20 mSv recomendado por la ICRP para la exposición ocupacional anual promedió en más de 5 años (Goldhagen, 2000). Es así como, si bien el 47,8% de los tripulantes supera el nivel de dosis de la población general, no se observa una tendencia que lleve a pensar que las exposiciones puedan acercarse al nivel de dosis definido por la ICRP de 20 mSv año.

Debido a sus características de previsibilidad razonable y al hecho de que una tripulación de vuelo en particular está sujeta a la misma dosis de radiación, la ICRP no recomienda, ni considera necesario, que se realice control individual de la exposición de la tripulación mediante dosímetros. La estimación de las dosis recibidas por la tripulación puede efectuarse mediante códigos informáticos, que se basan en datos de los vuelos realizados, como la ruta, la altitud, el viaje en el tiempo y parámetros geofísicos como el viento solar y el índice de perturbación magnetosférico (Claudio Antonio Federico et al., 2012), como lo realizado en este estudio a través del CARI.

Los valores límite de exposición en general muestran que las tripulaciones no alcanzan el 50% de los definidos por la ICRP, aun tomando el peor escenario como se muestra en la Tabla 5. No obstante, al superar los límites de exposición del público es necesario mantener monitoreo de estas exposiciones cómo medida de prevención hacia los trabajadores, conforme lo definido en las recomendaciones de la ICRP y la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM).

CONCLUSIONES

- Los principios básicos de la protección radiológica son el tiempo, la distancia y el blindaje. En el caso de las exposiciones ocupacionales a ambientes naturales con niveles superiores de tasa de dosis (minería, tripulaciones de vuelo) pueden ser optimizadas usando el parámetro del tiempo de exposición. Adicionalmente, las exposiciones a radiaciones cósmicas pueden utilizar la altura como herramienta para la gestión.
- La exposición a radiación natural en alturas corresponde principalmente a radiación galáctica, la cual es predecible y estable. Las variaciones debidas al ciclo solar fueron estudiadas para el ciclo actual y se encontraron variaciones inferiores al cinco porciento entre mínimo y máximo solar.
- La clasificación de la radiación cósmica dentro de las exposiciones es normal por sus características de estabilidad y el hecho de ser predecible, las únicas exposiciones potenciales son las asociadas a eventos solares, las cuales no son frecuentes y son de poca duración[1]. Esta característica de exposición dista de las exposiciones ocupacionales de otros campos, en los cuales la frecuencia de exposiciones potenciales es mayor al tener manipulación de material radiactivo, interacción con pacientes o equipos emisores de radiación ionizante.
- Los resultados de las dosis efectivas por vuelo en destinos nacionales son significativamente menores que en los internacionales. El vuelo internacional que más dosis acumula recibe cerca de 12 veces la dosis que el vuelo nacional que más recibe, comparativo realizado con los vuelos MDE-LETcon 0,0038 mSv y BOG-LHR con 0.0453 mSv. Lo anterior se esperaba por la diferencia en las alturas de vuelo, los cambios en las latitudes y su duración.
- El análisis de la exposición de los pilotos muestra que existe una amplia variabilidad entre la cantidad de vuelos realizados para las diferentes rutas, encontrando que la de mayor número de frecuencias es Bogotá-Medellín con 3.293 vuelos analizados durante el periodo y un nivel de dosis de 0,0003 mSv. Esto quiere decir que, si bien existen algunas rutas en las que se puedan esperar niveles de dosis mayores, se debe tener en cuenta la frecuencia con la que se realizan estos vuelos.
- Se encuentra que la diferencia entre la duración total de vuelo en el periodo evaluado, varía de forma importante en el grupo de pilotos, en las Figuras 4, 5, 6 y 7 se observa cómo este parámetro afecta la dosis estimada.
- Las dosis anuales estimadas para las tripulaciones de Avianca, aún en el peor escenario posible (vuelos BOG-LHR-BOG con una dosis de 4.33 mSv/año), no superan el límite de dosis ocupacional establecido por la normatividad vigente (20 mSv/año), lo cual demuestra que está por debajo del 50%.
- Superar el límite de exposición ocupacional no implica un riesgo inminente para la salud, la evidencia científica no ha determinado la génesis de enfermedades degenerativas como el cáncer, con la exposición a bajas dosis.
- Conforme a las recomendaciones de la ICRP, EURATOM y la Resolución 18-1434 de 2002 del Ministerio de Minas y Energía, y teniendo en cuenta los resultados de las dosis acumuladas al año, donde no se superan los límites de exposición ocupacional pero el 47.8% supera el nivel de exposición del público de 1 mSv anual, es pertinente el monitoreo individual, con el cual periódicamente (trimestral o anual) se debe llevar registro de la estimación de dosis de los pilotos como herramienta de gestión del riesgo.
- Es ampliamente recomendable el uso de herramientas como el CARI-7 para la estimación de dosis de los pilotos, acompañada de desarrollos adicionales que permitan procesar el volumen de información que maneja la aerolínea. Es necesario mejorar la calidad de la información que se maneja en cuanto a los vuelos y los pilotos, con el fin que sea comparable y procesable garantizando así la objetividad del resultado obtenido.
- De acuerdo con la EURATOM, para optimizar la práctica, se deben considerar la modificación de los itinerarios de vuelo, con el fin de disminuir las dosis de radiación de los trabajadores más

expuestos, por lo anterior, distribuyendo las horas de vuelo y el número de vuelos equitativamente entre los pilotos se disminuye la exposición de los más expuestos. La aplicación de estas medidas puede ser articulada con las estrategias establecidas para el control de otros peligros cómo la fatiga, psicosociales y demás que Avianca tenga establecidos.
- Para la definición de las acciones de mejora se recomienda plantear escenarios que utilicen diferentes modificaciones a la operación, como la disminución de alturas, cambios de los recorridos durante las rutas, velocidad de la aeronave, entre otros, tomando como referencia el principio ALARP: "as low as reasonably practicable", en español, "tan bajo como sea razonablemente posible" (ICRP, 1990).

[1]Durante el periodo evaluado no se presentaron eventos solares (https://umbra.nascom.nasa.gov/SEP/).

AGRADECIMIENTOS

Los autores del estudio agradecen por los aportes y el compromiso con el desarrollo técnico y riguroso de la seguridad y salud en el trabajo a la ARL Sura. Asi mismo, a Avianca y los equipos de seguridad y salud en el trabajo y operacionesquienes realizaron grandes aportes para la consecución de los resultados. Finalmente, al profesor Jorge Humberto Mayorga y a Ohelit Ltda por sus aportes en el procesamiento y análisis de la información.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez, L. E., Eastham, S. D., & Barrett, S. R. (2016). Radiation dose to the global flying population. *Journal of Radiological Protection*, *93*, 93–103. https://doi.org/10.1088/0952-4746/36/1/93

Badhwar–O'Neill 2010 Galactic Cosmic Ray Flux Model—Revised - IEEE Xplore Document. (n.d.).

Barrantes, M., Musalem, O., Hurtado, A., Anzorena, M., García, R., Muraki, Y., … Sakai, T. (2018). A*tmospheric corrections of the cosmic ray fluxes detected by the Solar Neutron Telescope at the Summit of the Sierra Negra Volcano in Mexico*, 253–275.

Bartlett, D. T. (2004). Radiation protection aspects of the cosmic radiation exposure of aircraft crew.*Radiation Protection Dosimetry*,*109*(4), 349–355. https://doi.org/10.1093/rpd/nch311

Beck, P. (2007). *Aircraft Crew Radiation Exposure in Aviation Altitudes During Quiet and Solar Storm Periods. In Space Weather*(pp. 241–267). Springer.

CARI-7 and CARI-7A. (n.d.). [template].

Copeland, K. (2017). CARI-7A: DEVELOPMENT AND VALIDATION. *Radiation Protection Dosimetry*. https://doi.org/10.1093/rpd/ncw369

Evaluation of the Cosmic Radiation Exposure of Aircraft Crew Evaluation of the Cosmic Radiation Exposure of Aircraft Crew. (2000).

FAA Civil Aeromedical Institute. (2004). CARI-6.

Federico, C. A., Gonçalez, O. L., Sordi, G. M. A. A., & Caldas, L. V. E. (2012). Effects of cosmic radiation in aircrafts: A discussion about aircrew over South America. *Journal of Aerospace Technology and Management*, *4*(2), 219–225. https://doi.org/10.5028/jatm.2012.04021012

Federico, C. A., Pereira, H. H. de C., Pereira, M. A., Gonçalez, O. L., & Caldas, L. V. E. (2010). Estimates of cosmic radiation dose received by aircrew of DCTA's flight test special group. *Journal of Aerospace Technology and Management*, *2*(2), 137–144. https://doi.org/10.5028/jatm.2010.02025910

Friedberg, W., Faulkner, D., Snyder, L., Darden, E. J., & O'Brien, K. (1989). Galactic cosmic radiation exposure and associated health risks for air carrier crewmembers. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, *60*(11), 1104–1108.

Ghiassi-nejad, M., Mortazavi, S. M. J., Cameron, J. R., Niroomand-rad, A., & Karam, P. A. (2002). Very High Background Radiation Areas of Ramsar, Iran: Preliminary Biological Studies. *Health Physics*, *82*(1). Retrieved from http://journals.lww.com/health-physics/Fulltext/2002/01000/VERY_HIGH_BAC...

Goldhagen, P. (2000). Overview of aircraft radiation exposure and recent ER-2 measurements. *Health Physics*,*79*(5), 526–544.

Helmholtz Zentrum München Institut für Strahlenschutz. (2010). *EPCARD*.

ICRP. (1990). Publication No. 60*Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*.

ICRP. (1991). 1990*Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. PERGAMON PRESS.

ICRP. (2007). Publication No. 103.*The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*.

INSHT. (n.d.). NTP 728: Exposición laboral a radiación natural. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Institute de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire. (2013). *SIEVERT*.

International Commission on Radiation Units and Measurements. (2010). Cosmic-Radiation Fields at Aircraft Flight Altitudes. *Journal of the ICRU*, *10*(2), 17–21. https://doi.org/10.1093/jicru/ndq021

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. (2011, January). Statement on Tissue Reactions.

Lewis, B. J., Green, A. R., & Bennett, L. G. I. (2009). Effect of “Noisy” sun conditions on aircrew radiation exposure. *Advances in Space Research*, *44*(2), 184–189. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asr.2009.04.005

Lindborg, L., Bartlett, D., Beck, P., McAulay, I., Schnuer, K., Schraube, H., & Spurny, F. (2004). Cosmic radiation exposure of aircraft crew: compilation of measured and calculated data. *Radiation Protection Dosimetry*, *110*, 217.

Meier, M. M., Hubiak, M., Matthia, D., Wirtz, M., & Reitz, G. (2009). Dosimetry at aviation altitudes (2006-2008). *Radiation Protection Dosimetry*, *136*(4), 251–255. https://doi.org/10.1093/rpd/ncp142

Núñez-lagos Roglá, R. (2011). La radioactividad ambiental. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, *2*(2), pp 50-61.

Paschoa, A. S., & Steinhäusler, F. (2010). Cosmic Radiation , Including its Effects on Airline Crew , Frequent Flyers , and Space Travel. In *Radioactivity in the Environment*(Vol. 17). https://doi.org/10.1016/S1569-4860(09)01704-5

Patel, R., Welford, S., & Gerson, S. L. (2016). The Effects of Galactic Cosmic Radiation Exposure on Hematopoietic Stem Cell Dysfunction and Oncogenesis. *Blood*, *128*(22), 5297. Retrieved from http://www.bloodjournal.org/content/128/22/5297

PCAire Inc. (2010). *PCAIRE*.

Rosenthal, J., Hayes, B., & Mertens, C. (2018). A silicon micro dosimeter for high-altitude measurements of cosmic radiation. *IEEE Aerospace Conference Proceedings*, *2018–March*, 1–7. https://doi.org/10.1109/AERO.2018.8396739

Saez Vergara, J. C., Romero Gutiérrez, A. M., Rodriguez Jiménez, R., Dominguez-Mompell Román, R., Ortiz García, P., & Merelo de Barberá, F. (2005). Monitoring of the cosmic radiation on IBERIA commercial flights: One year’s experience of in-flight measurements. *Radioactivity in the Environment*,*7*(July 2001), 885–893. https://doi.org/10.1016/S1569-4860(04)07111-6

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). (2000). *Sources and effects of ionizing radiation UNSCEAR 2000 report to the General Assembly, with scientific annexes Volume I: Sources.*New York, NY (United States): United Nations (UN): UN.

Vergara, J. C. S., Gutierrez, A. M. R., Jimenez, R. R., & Roman, R. D.-M. (2004). In-flight measured and predicted ambient dose equivalent and latitude differences on effective dose estimates. *Radiation Protection Dosimetry*, *110*(1–4), 363–370. https://doi.org/10.1093/rpd/nch133

Vergara, J. C. S., & Roman, R. D.-M. (2009). The implementation of cosmic radiation monitoring in routine flight operation of IBERIA airline of Spain: 1 y of experience of in-flight permanent monitoring. *Radiation Protection Dosimetry*, *136*(4), 291–296. https://doi.org/10.1093/rpd/ncp131

Effects on workers' cognitive performance from combined exposure to noise and whole-body vibration

RESUMEN / ABSTRACT

When working with construction machines, operator are very often simultaneously exposed to noise and whole-body vibrations during their daily work routines. Reactions of the human body during simultaneous exposure to multiple physical risk factors are still poorly studied. Considering that human body responds to the stimuli coming from the surrounding environment, the study of the pattern of these physiological responses during occupational exposure to multiple risk factors can bring new perspectives in the identification of patterns for occupational diseases. The goal of the current paper is to analyze the relationship between the simultaneous exposure to noise and whole-body vibration of construction machines operators and their cognitive performance, measured by the Average Response Time (ART). With this purpose, 49 operations were sampled, including excavators, tractors, bucket trucks and winches. The results show that there is a weak correlation between each individual exposure and the TMR. However, when all the variables are combined through a multiple linear regression model, data show that noise exposure and whole-body vibration exposure demonstrate a significant ability to explain the variation of the operators' TMR. This analysis seems to demonstrate that the study of cognitive performance, within this sample of construction workers, needs to consider the noise and whole-body vibration exposure levels. In other words, these variables need to be monitored during the analysis of the attention performance machine operators to identify TMR variations patterns.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Applied research
Combined effects of physical risk factors
Statistical analysis of data

AUTORES / AUTHORS

Felipe Mendes Cruz
Universidade de Pernambuco
felipemendeslsht@poli.br
Pedro Arezes
Universidade do Minho
parezes@dps.uminho.pt
Béda Barkokébas Jr.
Universidade de Pernambuco
beda.jr@poli.br

INTRODUCCIÓN

It is common for machine operators in the construction industry exposing to noise and whole-body vibration (WBV) simultaneously during the exercise of their activities. There are several references that show their effects on the worker's health when they are studied separately. However, the combined analysis of multiple risk factors is still little explored. Therefore, the search for an understanding of the possible effects on workers' health during exposures to multiple risk factors simultaneously can bring new understandings regarding the impacts on the performance of tasks and the possible manifestation of occupational diseases.

When exposed to a risk factor, the worker's body tends to manifest physiological responses to reestablish its internal balance. Such a theory is evidenced by Li et al. [1] which demonstrated the oxygenation deficiency of lumbar muscle tissue during exposure to whole body vibrations, with energy levels like those found in construction machines. Low oxygenation is one of the indicators of energy exhaustion and muscle fatigue. While for noise exposure, according to Donáth [2], despite its direct impact on the hearing system, its greatest impact occurs in the central nervous system, considering that encodings of sound information require energy expenditure related to brain activities.

In the construction industry it is common for machine operators to simultaneously expose themselves to these two physical risk factors. Gholami et al. [3] in their studies evidence the mental fatigue that results from the noise of the work environment. According to these authors, exposure to noise influences cognitive performance, in aspects such as attention, memory and concentration. This influence was also studied by Shih et al. [4] which demonstrated the existence of a relationship between the frequency and amplitude of the sound wave and the performance of mental tasks. His experiments showed that sounds with verbal information hamper the exercise of attention and concentration.

Because of the direct link between the central nervous system and muscle fibers, muscles receive constant feedback from nerve cells. According to Solberg [5], the nervous system when overloaded by stimuli can cause micro electric discharges on the muscle fiber, causing an increase of its contraction. For Noda [6], such an effect may cause an excessive consumption of energy due to excessive contractions, contributing to the accentuation of the muscular wear and consequent predisposition of the fiber to the premature fatigue, collaborating with muscular exhaustion and increased stress.

Regarding the whole-body vibration, for Cardinale & Bosco [7] the frequency, amplitude and magnitude are mechanical variables that determine the intensity of the vibration. Each part of the human body has its own frequency, called the resonance frequency. As an example of these frequencies (with approximate values), Komi [8] cites the eyes with 20 Hz, the head with 18 Hz, the internal organs with 8 Hz and the muscles with 715 Hz. When the frequency of vibration coincides with the natural frequency of the system it can cause a resonance in the human body subjecting it to dangerous oscillations that can cause damages [9].

According to Willems [10], muscle tissue can change its overall functional capacity in responses to different stimuli. Thus, the human body responds to vibrations in a complex way because it imposes the increase of the muscular power as a function of the intensity of the acceleration. Thus, Tankisheva et al. [11] demonstrated that the mechanical action of the vibration triggers an effect of changing the length of the tendons (musculotendinous). These disturbances are perceived by sensory receptors that modulate muscular rigidity through a reflexive muscular activity, trying to cushion the vibratory waves.

According to Cakar et al. [12], when the musculature is exposed to vibrations, three motor effects are generated. The first is "sustained contraction" in which the exposed muscle actively contracts as a result of the stimulation of muscle spindles. The second is excitability / irritability, that is, the nervous system reduces the sending of information to contraction, considering that the muscular set is already on strong stimulus. And the third is the reduction of the myotatic reflex of the musculature. In this context, Bongiovanni et al. [13] explain that vibration primarily affects the individual's ability to generate and maintain muscle activity, ie, vibration above the limits of motor ability leads to a loss of muscle strength.

In addition to the musculature aspects, the vibrations also have effects on the vascular system. According to Kerschan-Schindl et al. [14], the accelerations applied in adult individuals in the standing position cause changes in the color of the skin, being more visible in the feet and calf. Other effects caused by vibrations are increased blood flow in the lower limbs and significant reduction of peripheral vascular resistance in such limbs. Inducing the enlargement of the small vessels of the peripheral circulation.

Zhang et al. [15] doing research with adults, detected an increase in blood flow in the tibial musculature after exposure. According to Sackner et al. [16], in research with adult men, observed that they presented tolerance to vibrations during 45 minutes followed by an acceleration of 2.2 m / s^2. After 45 minutes, Mester et al. [17] explain that the shear stress of the blood vessels is ruptured, causing vasodilation and increased blood flow in the muscle fibers.

Lohman et al. [18] further explains that mechanical vibrations have effects on endothelial cells, with endothelial stress leading to increased production of nitric oxide, which has muscle relaxant function. Such a condition may lead to reduced muscle tone during exposure.

In view of the above, it is possible to verify that muscular effects, changes in the circulatory system, effects on the central nervous system occur at the same time during the exercise of the work for the construction machinery operators. As the systems mentioned are intrinsically linked, it is not possible to dissociate the influence of one over the other. In this context, the search for methodologies that investigate risk factors in a combined way is necessary to construct new understandings about occupational exposure.

In recent studies, Arezes et al. [19] analyzed the interaction between noise, whole body vibration and thermal stress in construction machine operators, identified that physical risk factors appear to influence cognitive performance (MRT). However, each physical risk factor has different degrees of influence throughout the working day, increasing or decreasing its influence on MRT during the work day.

In another study Cruz et. al. [20] also identified that the physical risk factors generated by operations using construction machines have different degrees of influence on blood oxygenation (SpO2). And that each factor has a different weight in the SpO2 level of the operator, and that influence varies during each period of the work day.

The aim of the current article was to develop a numerical model capable of explaining the relationship between simultaneous exposure to noise and WBVs from construction machine operations.

METODOLOGÍA

2.1. Participants

Forty-nine healthy participants, between 25 and 62 years old, all of them machine operators in the construction industry (elevators, excavators, trucks and tractors) were monitored.

2.2. Structure of Data Collection

At the beginning of the working day the employees were interviewed and introduced to the research objectives. Initial data (weight, age, experience time and physical activity habits) were collected through a specific form. Subsequently, it was explained the necessary equipment for the data collection procedures regarding noise, WBV, and thermal stress. Then the equipment was installed on the worker and in the workstation. Data regarding mean response time (MRT) were also collected during the beginning of the working day.

The cognitive performance was monitored throughout the exposure. That is, during the working day, insertions were made to collect the partial data of MRT. The workday was divided in 5 moments, namely: Start, 1st break, Lunch, Return after lunch, 2nd break and End of the day, characterizing 6 moments of data collection (physiological responses), as shown in figure 1. The interval of time between each moment was approximately 2 hours. This configuration allowed the analysis of the exposure time on the body's responses.

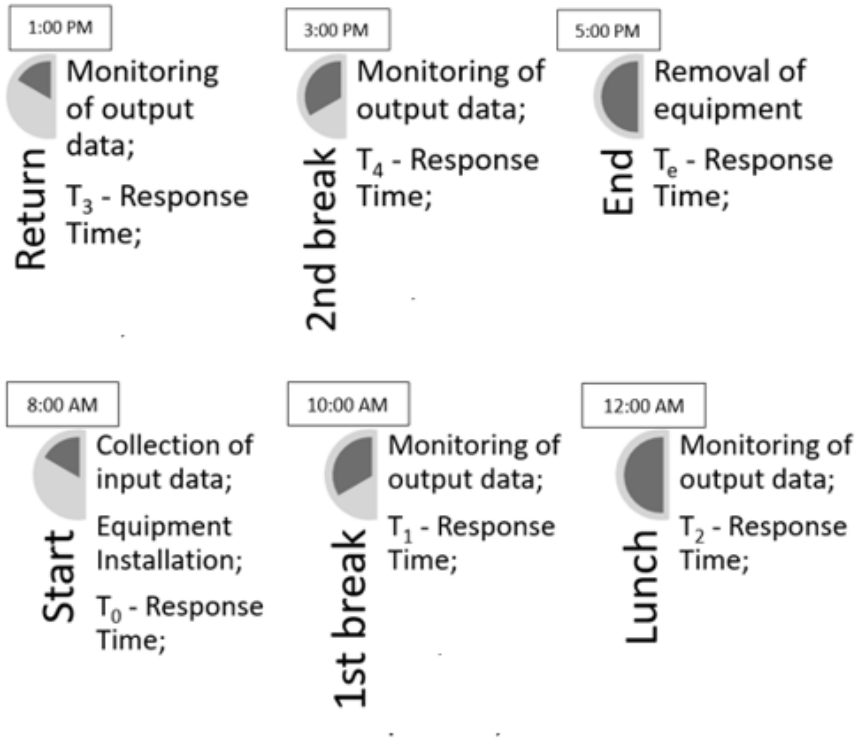


Fig. 1. Measuring Periods

2.3. Occupational Noise Evaluation Method

Noise was measured using the methodology proposed by the National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH (1998) [19]. A noise dosimeter was installed close to the operator's ear (Model: The Edge5 - Quest / 3M, duly calibrated). The occupational exposure was registered during the minimum period of 6 hours and 30 minutes (75% of the working day), as required by the standard. The equipment followed all the corresponding international guidelines.



Fig. 2. Noise dosimeter

2.4. WBV Assessment Method

WBV was measured by using the ISO 2631 [20] recommendations. An accelerometer was installed on the operator's seat, (Model: HAVpro – Quest/3M, duly calibrated). Data samples were collected in total of 10 minutes throughout the working day. Data was integrated through the software provided by the equipment manufacturer.



Fig. 3. Accelerometer installed in the machine seat.

2.5. Attention Performance Test:

For the analysis of the cognitive response time it was used the selective attention test called "Test Stroop", which relates textual information and colors, as exemplified in figure 6. The test was applied through a mobile application (smartphone). A preliminary test was performed, so that the participants became familiar with the tool, then the tests were performed according to the routine presented in figure 1.

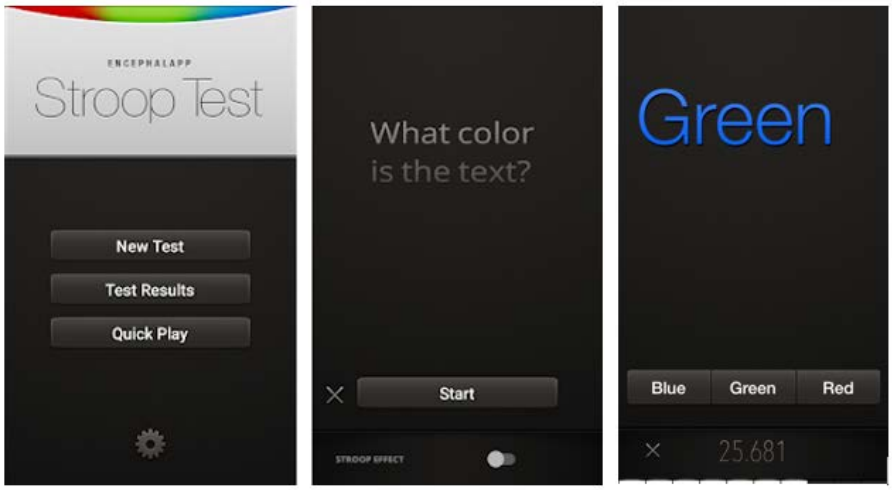


Fig. 4. Mobile application interface used for the Stroop test.

RESULTADOS

The data were grouped in a structured way in a table, permitting the application of statistical tools to analyze them. Table 1 shows the data obtained during the experiment.

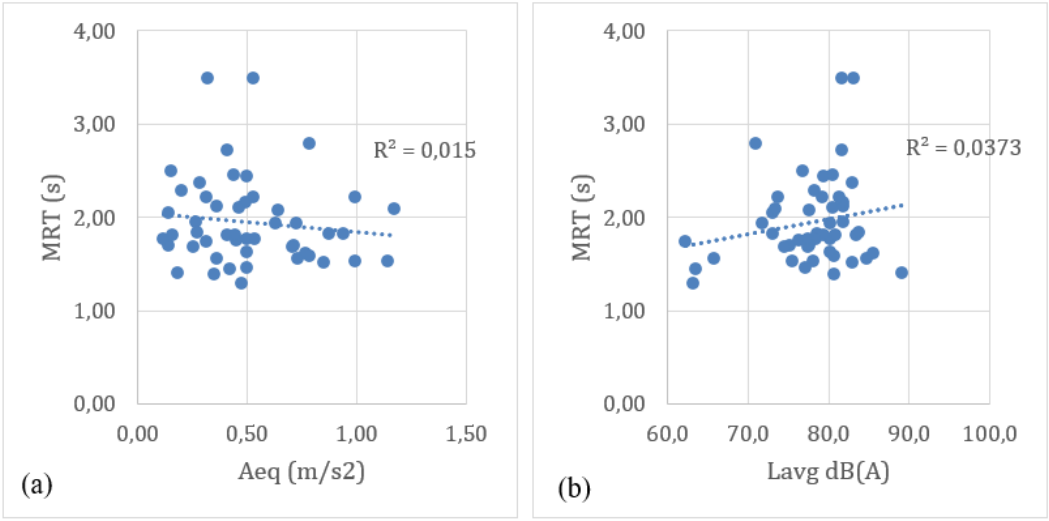
Table 1. Data recorded - Physical risk factors and mean response time (MRT).

Measurement	*Lavg (dB)*	*Aeq (m/s^2)*	*MRT (s)*	*Measurement*	*Lavg (dB)*	*Aeq (m/s^2)*	*MRT (s)*
1	63.2	0.48	1.30	26	82.0	0.27	1.95
2	80.4	0.50	1.78	27	83.5	0.41	1.81
3	65.9	0.73	1.55	28	81.8	0.41	2.72
4	84.8	0.36	1.55	29	80.6	0.46	2.10
5	63.6	0.42	1.44	30	83.1	0.53	3.50
6	77.3	0.50	1.45	31	83.7	0.27	1.83
7	77.6	0.64	2.07	32	81.8	0.32	3.50
8	71.0	0.79	2.78	33	81.3	0.31	2.22
9	80.3	0.73	1.93	34	62.2	0.31	1.74
10	85.5	0.77	1.62	35	79.4	0.45	1.80
11	73.9	0.99	2.20	36	89.2	0.18	1.39
12	82.0	0.37	2.12	37	83.0	0.85	1.51
13	80.5	0.44	2.46	38	80.8	0.78	1.58
14	79.2	0.53	2.20	39	77.4	0.71	1.68
15	76.4	0.45	1.75	40	76.8	0.16	2.49
16	73.2	0.94	1.82	41	80.9	0.17	1.81
17	78.7	0.88	1.82	42	75.2	0.14	1.71
18	75.6	1.14	1.52	43	78.4	0.12	1.77
19	81.9	0.49	2.15	44	73.1	0.14	2.04
20	78.1	0.99	1.52	45	73.4	1.17	2.09
21	77.6	0.72	1.70	46	77.4	0.54	1.77
22	71.8	0.63	1.93	47	80.3	0.50	1.63
23	83.0	0.28	2.36	48	80.8	0.35	1.39
24	78.2	0.20	2.27	49	74.6	0.25	1.68
25	79.4	0.50	2.44				

After the organization of the collected data, the statistical calculation of the statistical correlation between the noise and the body vibration data with the cognitive performance of the mean response time (MRT) was performed. Data from each risk factor were initially tested separately. The data were then combined using the standard multiplied liner regression calculation. A numerical model capable of explaining the relationship between the physical risk factors and the mean response time (MRT) was obtained.

3.1. Correlation analysis between physical risk factors exposure and MRT:

In statistics, the relationship between two variables is called correlation. The importance of such determination occurs because, when proven its existence is possible to estimate one variable from the other. However, when correlation does not exist it is necessary to use other methods to analyze the data. Initially, we attempted to verify if there was any relationship between the data collected. For this, the noise dispersion (Lavg) and whole body vibration (Aeq) data were plotted separately for the MRT data. The analysis of the dispersion graph allowed us to interpret the correlations of the physical risk factors with the dependent variables, based on the approximation of the points. When points tend to align, this suggests that there is a strong correlation between variables. When dispersed, there is a weak correlation between the variables. In view of the above, it is possible to observe in Figure 5 the scatter diagrams of the data of the risk factors in relation to the MRT.



* Test T - p-value <0.05 for each of the two correlations

Fig. 5. Correlation between data of physical risk factors and MRT. (a) Aeq vs. MRT; (b) Lavg vs. MRT.

According to figure 5a, it is possible to verify that the Aeq values have a weak correlation with the MRT. This is because the dots are not grouped in the shape of a line in such a way as to characterize a strong correlation. And the value of R^2 shows that only 1.5% of the vibration data can explain MRT values. The same occurs in Figure 5b, where the Lavg values also do not group in line and the value of R^2 shows that only 3.7% of the Lavg data can explain the MRT data, in this way there is a weak correlation of the noise with the MRT.

In this context, when the values of the risk factors are compared separately with the workers' TMR, it can be observed that for both cases there is a weak correlation between the risk factor data and the MRT data. Therefore, the values of the risk factors separately cannot explain the MRT values.

This happens because there was no statistical correlation between the variables or the same low level, another method was applied, which instead of evaluating the values of the risk factors separately, combined to show that the physical risk factors can only explain the MRT when analyzed in combination. For this reason, the multiple linear regression models - MRL of the basic type were applied to the data collected from the 49 construction machine operators.

3.2. Multiple Linear Regressions (MLR) Analysis:

The analysis through MLR assumes that in certain cases a given variable may be related to two or more variables. Thus, MLR is the one that best suits the analysis of dependent variables with multiple independent variables. This condition resembles the occupational exposures of machine operators in construction, which are exposed to noise and whole-body vibrations (independent variables) and manifest responses (dependent variables) that for the case under study is MRT. Considering that such responses reflect the simultaneous exposure to the physical risk factors.

Thus, the purpose of MLR is to establish the equation that expresses the Mean Time of Response - MRT as a function of the noise and vibration factors of the whole body. As shown, it is not possible to explain in isolation the influence of noise and whole-body vibration on the performance of the mean response time - TMR. However, when analyzed in a combined way, through MLR, noise and whole-body vibration have significant multiple linear relationship with the TMR at the 5% level, as expressed by the F value of signification in table 2. That is, the model has more than 95% reliability.

Table 2. Statistical analysis MRT according to each risk factor.

*Adjusted R-squared values	P-values		**"Significance F"
	Lavg	*Aeq*	
0.92	1.95E-18	0.7119	3.39E-30
$MRT = 0.026Lavg - 0.091Aeq$			

* Adjusted R-squared values - Ability to explain the dependent variable from the equation.
** Reliability of the equation, reference value <0.05

The adjusted R-squared indicates the percentage of the output data (MRT) that can be explained by the multiple linear regression of the input data for the 49 samples. The adjusted R - squared was 0.92, meaning that 92% of the MRT data can be explained by the equation presented in table 2.

Linear regressions have P-values associated with each input data. These values correspond to the level of statistical significance of each input data (Noise and WBV) on the MRT. Table 2 presents the P-values. The statistical reference for defining that one variable is significant in relation to another is to be less than 0.05. That is, the input data is significant at the 5% level in relation to the output data. In this context, it is possible to verify that the noise has statistical significance on the MRT, while the WBV data sets did not prove significant.

However, the P values represent only the significance of the input data (isolated) on the regression result. Not being a good parameter for the explanation of the model with a whole. Therefore, another relevant data of regression is the "Significance F" generated by the ANOVA variability analysis test. This is the standard deviation that measures dispersion around the regression line, also considering a level of 0.05. That is, if F is less than 0.05 the linear relationship is significant at the 5% level. Table 2 presents values of the Significance F. As the F values were below 0.05, it is possible to state that noise and vibration have a significant multiple linear relationship with the MRT at 5%. It means that the model has reliability greater than 95%.

CONCLUSIONES

Statistical analyzes have shown that MRT seems to be better explained when data from physical risk factors are combined in multiple linear regression (MLR) models. By analyzing the correlation between the data of the physical and MRT risk factors, it can be observed that the separate noise data have a weak statistical correlation with the MRT data of the construction equipment operators. That is, when the noise level data separately cannot relate to the MRT values of the operators.

Similarly, separate WBV also have poor statistical correlation with the average response time of operators. Thus, the data of the physical risk factors (noise and WBV) when analyzed separately are not able to explain the average response time data of the construction machine operators.

However, the applied multiple linear regression (MLR) shows that the exposure to the physical risk factors can explain 92% of the MRT data of the construction machine operators. That is, MRT observation should consider physical risk factors in a combined manner, since when separately the risk factors do not correlate with the MRT.

The study of occupational exposure patterns through multiple linear regressions (or other statistical tools that aid in the interpretation of these patterns) seems to be the next challenge to be overcome. In future work, the identification of patterns and prediction of consequences through predictive models should be explored, in particular models related to occupational accidents occurrence, workers' behavior, among others.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Li, Z., Zhang, M., Chen, G., Luo, S., Liu, F., & Li, J. (2012). Wavelet analysis of lumbar muscle oxygenation signals during whole-body vibration: Implications for the development of localized muscle fatigue. European Journal of Applied Phys iology , 112(8), 3109–3117.

[2] Donáth, T. (2006). Effects of environmental noises and sounds on the quality of life controlled by the central nervous system. Orvosi Hetilap , 147(16), 737–739.

[3] Gholami, T., Veyseh, P. P., Aliabadi, M., & Farhadian, M. (2014). Study of noise pollution and its effects on subjective fatigue of staff in the governmental banks of Hamadan city. Iran Occupational Health, 11(5), 65–73.

[4] Shih, Y. N., Huang, R. H., & Chiang, H. Y. (2012). Background music: Effects on attention performance. Work, 42(4), 573–578.

[5] Solberg, G. (2008). Postural disorders & musculoskeletal dysfunction. Netanya: Elsevier Ltd.

[6] Noda, M. (2011). Mechanosensing biology. Tokyo: Springer Japan.

[7] Cardinale, M., & Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. Exercise and Sport Sciences Reviews, 31(1), 3–7.

[8] Komi, P. V. (2007). Força e potência no esporte. São Paulo: Artmed.

[9] Silva, H. R., Couto, B. P., & Szmuchrowski, L. A. (2008). Effects of mechanical vibration applied in the opposite direction of muscle shortening on maximal isometric strength. Journal of Strength and Conditioning Research, 22(4), 1031–1036.

[10] Willems, M. (2013). Skeletal muscle: Physiology, classification and disease. United Kingdom: Nova Science Publishers, Inc.

[11] Tankisheva, E., Jonkers, I., Boonen, S., Delecluse, C., Harry van Lenthe, G., Druyts, H. L., Verschueren, S. M. P. (2013). Transmission of whole-body vibration and its effect on muscle activation. Journal of Strength and Conditioning Research, 27(9), 2533–2541.

[12] Cakar, H. I., Cidem, M., Sebik, O., Yilmaz, G., Karamehmetoglu, S. S., Kara, S., … Türker, K. S. (2015). Whole-body vibration-induced muscular reflex: Is it a stretch-induced reflex? Journal of Physical Therapy Science, 27(7), 2279–2284.

[13] Bongiovanni, L. G., Hagbarth, K. E., & Stjernberg, L. (1990). Prolonged muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man. The Journal of Physiology, 423(1), 15–26.

[14] Kerschan-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V., & Imhof, H. (2001). Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. Clinical Physiology, 21(3), 377–382.

[15] Zhang, Q., Ericson, K., & Styf, J. (2003). Blood flow in the tibialis anterior muscle by photoplethysmography during foot-transmitted vibration. European Journal of Applied Physiology, 90(5–6), 464–469.

[16] Sackner, M. A., Gummels, E., & Adams, J. A. (2005). Nitric oxide is released into circulation with whole-body, periodic acceleration. Chest, 127(1), 30–39.

[17] Mester, J., Kleinöder, H., & Yue, Z. (2006). Vibration training: Benefits and risks. Journal of Biomechanics, 39(6), 1056–1065.

[18] Lohman, E. B., Petrofsky, J. S., Maloney-Hinds, C., Betts-Schwab, H., & Thorpe, D. (2007). The effect of whole-body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects. Medical Science Monitor, 13(2), 71–76.

[19] Arezes, P., Cruz, F. M., Barkokébas, B. Jr. (2017). Combined Effects of Exposure to Physical Risk Factors: Impact on Cognitive and Physiological Performance of Construction Workers. Proceedings from: *ORP Journal 17th International Conference on Occupational Risk Prevetion*. Buenos Aires, AR.

[20] Cruz, F. M., Arezes, P., Barkokébas, B. Jr., Martins, E. B. (2018). Combined effects of exposure to physical risk factors: Impact on blood oxygen saturation (SpO2) in construction workers. *In Occupational Safety and Hygiene VI 2018* (pp. 279–283). London, UK: CRC Press.

El ambiente térmico durante la extinción de incendios forestales: papel del traje de protección y riesgo de quemaduras

RESUMEN / ABSTRACT

La extinción de incendios forestales implica la exposición al flujo de calor procedente de las llamas y a altas temperaturas ambientales. Estos factores incrementan el riego de sufrir quemaduras, por lo que el Equipo de Protección Individual (EPI) resulta de uso obligatorio para proteger al personal especialista en extinción de incendios forestales (PEEIF). A pesar del uso del EPI, las quemaduras siguen siendo uno de los daños más frecuentemente derivados de las labores de extinción de incendios forestales. Por otro lado, llevar el EPI en condiciones ambientales elevadas incrementa el riesgo de estrés térmico, que puede limitar la capacidad de trabajo disminuir la seguridad. Objetivos: (i) caracterizar en situaciones reales el ambiente térmico en el que trabajan los bomberos forestales (ii) analizar el factor de atenuación del flujo de calor que supone el traje de protección en situaciones de trabajo real y (iii) estimar la dosis de radiación térmica recibida y la probabilidad de sufrir quemaduras durante la extinción de incendios reales. Para ello se colocaron 4 sensores de flujo de calor y 1 sonda de temperatura, en 5 trajes de protección, que los sujetos se ponían junto con el resto d elementos del EPI, para acudir a la extinción de incendios reales. El nivel de exposición térmica analizado supone una ganancia neta de calor que incrementa el estrés térmico del PEEIF. El comportamiento del EPI en situaciones reales fue muy efectivo, ya que logró atenuar el flujo de calor exterior en un ~70%. Sin embargo, la exposición térmica puede ser elevada en momentos puntuales lo que acentuaría la respuesta termofisiológica de los bomberos y pueden llegar a producir quemaduras

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Medir por primera vez la exposición al flujo de calor en incendios forestales
Estimar la probabilidad de daño desde nueva perspectiva
Analizar el factor de protección de la ropa de protección en condiciones de uso

AUTORES / AUTHORS

Ana Belén Carballo Leyenda
Universidad de León
abcarl@unileon.es
Jose Antonio Rodríguez Marroyo
Universidad de León
j.marroyo@unileon.es
Jorge López Satué
Empresa de Transformación Agraria SA (TRAGSA)
jlopez12@tragsa.es
José Gerardo Villa Vicente
Universidad de León
jg.villa@unileon.es

INTRODUCCIÓN

La extinción de incendios forestales supone realizar trabajo físico intenso (Cuddy et al. 2015) en condiciones ambientales que implican la exposición al flujo de calor de las llamas (Budd et al., 1997; Butler y Cohen, 1998) y a altas temperaturas ambientales (Rodríguez-Marroyo et al. 2012). Dependiendo de la localización y posición del bombero respecto al frente de llamas y de las propiedades de la ropa de protección, los factores ambientales pueden producir una ganancia o pérdida de calor (Raj 2008). Generalmente cuando la exposición conlleva presencia directa de llamas, los factores ambientales suponen una ganancia neta de calor externo (Budd et al., 1997; Rossi, 2003; Raimundo y Figueiredo, 2009). Estas condiciones contribuyen a aumentar de manera considerable el estrés fisiológico por calor (Budd et al., 1997; Cuddy et al., 2015). Un incremento excesivo de la respuesta termofisiológica de los sujetos ante estas circunstancias podría conllevar un impaired physical performance, heat exhaustion, or even heat stroke (Cuddy and Ruby 2011).

No se han encontrado en la literatura estudios que analicen la exposición térmica ambiental durante la extinción de incendios reales. En entornos experimentales, Foster y Roberts, (1994) analizaron la temperatura y el flujo de calor durante la realización de entrenamientos de bomberos de estructuras, mediante la colocación de sensores que los sujetos llevaban sobre la ropa de protección. En este estudio, las condiciones más frecuentes, calificadas como "rutinarias" supusieron un flujo de calor ~1000 $W \cdot m^{-2}$ con valores promedio de temperatura ambiental de 50 ºC, mientras que las condiciones referenciadas como peligrosas supusieron flujos de calor de entre 1 $kW \cdot m^{-2}$ y 7 $kW \cdot m^{-2}$. En este nivel de exposición, se registraron temperaturas ambientales de entre 100 y 160 ºC. Las condiciones extremas o críticas se situarían en valores de flujo de radiación superiores a 10 $kW \cdot m^{-2}$ alcanzando temperaturas ambientales de hasta 235 ºC, que permitirían una tolerancia a las mismas de tan solo un minuto antes de que el equipo de protección comenzase a sufrir serios daños. Willi et al. (2016) analizaron el ambiente térmico al que se exponen los bomberos de estructura durante la realización de simulaciones de entrenamiento, mediante sensores de flujo de calor y temperatura colocados en el casco de los bomberos. Para caracterizar la exposición dividieron las condiciones ambientales en 4 clases de exposición (Clase I flujo de calor ≤ 1000 $W \cdot m^{-2}$ y temperatura ≤ 100 ºC; Clase II 1000 < flujo de calor ≤ 2000 $W \cdot m^{-2}$ y temperatura ≤ 160 ºC ; Clase III 2000 < flujo de calor ≤ 10000 $W \cdot m^{-2}$ y temperatura ≤ 260 ºC y Clase IV flujo de calor > 10000 $W \cdot m^{-2}$ y temperatura > 260 ºC). Estos autores reportaron flujos de calor radiante entre 3000 y 6000 $W \cdot m^{-2}$ con temperaturas entre 150 y 200 ºC (Clase de exposición III) considerados niveles de exposición severos, mientras que en las exposiciones moderadas el flujo de calor fue menor a 1000 $W \cdot m^{-2}$ con temperaturas en torno a 50 ºC. Otros estudios (Krasny et al. 1988; Rossi 2003) analizaron las exposiciones térmicas de los bomberos de estructura con temperaturas que van desde 100 ºC hasta 300 ºC y máximo Flujos de calor entre 5 $kW \cdot m^{-2}$ y 12 $kW \cdot m^{-2}$. Puntualmente se sobrepasaron exposiciones por encima de los 20 $kW \cdot m^{-2}$ con un pico máximo de 42 $kW \cdot m^{-2}$ en el estudio de Rossi (2003). Las mediciones en estos estudios no se enfocaron específicamente en el ambiente próximo al bombero, si no que se realizaron mediante la colocación en posiciones fijas de los sensores de registro que se ha demostrado que no reflejan las condiciones reales en la zona de exposición del trabajador (Willi et al., 2016).

En incendios forestales King et al (1962) registraron la temperatura y flujo de calor radiante durante la extinción de incendios forestales simulados, en función de la altura de llama y la distancia al frente. El flujo de calor radiante osciló entre 0.4 y 4.6 $kW \cdot m^{-2}$ y supuso un incremento de la temperatura ambiental de entre 3 y 25 ºC. Budd et al. (1997) describieron las condiciones ambientales durante extinción realizada en quemas experimentales en Australia y lo relacionaron con su efecto sobre el balance térmico de los sujetos. La temperatura ambiental en promedio fue de 29 ºC (19–35 ºC), con una temperatura radiante media de 66 ºC (33–96 ºC). La carga de calor radiante alcanzó valores que oscilaron entre 0.7 $kW \cdot m^{-2}$ y 8.6 $kW \cdot m^{-2}$ siendo el valor de exposición más frecuente 1.6 $kW \cdot m^{-2}$. En conjunto la temperatura ambiental y el flujo de calor radiante supusieron una carga térmica neta de 200 W que supuso un incremento de la evaporación del sudor necesaria (E_{req}) para compensar el balance térmico del 29%.

Trabajar cerca del fuego incrementa el riesgo de sufrir quemaduras debido a la exposición directa a la radiación térmica y a los gases de convección emitidos por las llamas (Hockey y Rew, 1996; Rossi, 2003; Nayak et al., 2014). En este sentido la ropa de protección que forma parte del EPI, está confeccionada con tejidos que poseen una alta resistencia al calor y al contacto directo con la llama (*i.e.*, Nomex, Kevlar) (Song et al., 2011) y sus prestaciones se certifican en ensayos de laboratorio (ISO 15384, 2003). A pesar de ello, se ha informado en bomberos forestales estadounidense que el 66% de las lesiones producidas durante la extinción de incendios forestales entre los años 2003 y 2007 se debieron a quemaduras producidas durante la extinción de incendios (Britton et al. 2013). Esto sugiere que la protección ofrecida por los tejidos y testada en laboratorio, no se correspondería con el comportamiento observado en condiciones reales (Song et al. 2011). Esto lleva a pensar que otros factores como la magnitud y el tiempo de exposición al flujo de calor de las llamas, la composición y el número de capas de la ropa de protección, el ajuste de las prendas (*i.e.*, capa de aire entre el tejido y la piel) o el contenido de humedad del tejido, pueden estar influyendo en la cantidad de calor transmitido al interior de la ropa, resultando determinantes en la aparición de quemaduras, incluso con exposiciones a flujos de calor consideradas moderadas (Raimundo and Figueiredo 2009; Song et al. 2011).

A pesar de la importancia que supone el ambiente térmico en la respuesta termofisiológica (Carballo-Leyenda et al. 2017, 2018) y en el riesgo de sufrir quemaduras (Song et al., 2011), la escasez de estudios que analicen la exposición ambiental durante la extinción de incendios es un hecho, por lo que el conocimiento del ambiente térmico al que se exponen los bomberos forestales, puede ayudar a conocer y comprender el estrés térmico al que se ven sometidos, así como el riesgo que tienen de sufrir quemaduras (Horn et al. 2018; Willi et al. 2016). Por ello, el objetivo principal de este estudio fue describir el ambiente térmico de trabajo y establecer el riesgo de sufrir quemaduras, durante la extinción de incendios forestales reales. Secundariamente se analizó el factor de atenuación del flujo de calor que supone el traje de protección.

METODOLOGÍA

2.1. Participantes

Cinco bomberos forestales pertenecientes a las bases de Tabuyo del Monte y Sahechores (León) se ofrecieron voluntarios para participar en el estudio (edad: 28 ± 1 años; masa corporal: 76.2 ± 0.9 kg, altura: 175.5 ± 0.5 cm). Los sujetos fueron seleccionados de modo que tuvieran una experiencia mínima de 2 años en extinción de incendios y formaran parte de cuadrillas diferentes para cubrir todos los turnos de trabajo y maximizar la probabilidad de asistir a un incendio. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los sujetos antes de comenzar el estudio. El protocolo experimental fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de León, España.

2.2. Diseño experimental

El estudio se llevó a cabo a largo de cuatro campañas de extinción de incendios (*i.e.*, junio – octubre). Para caracterizar la exposición térmica local de un bombero durante, se realizaron mediciones individuales de la temperatura del aire y el flujo de calor en cada uno de los incendios a los que acudía el sujeto voluntario. Por lo tanto, el sistema de adquisición de datos se seleccionó para ser utilizado con EPI de modo que permitiera la portabilidad con un impacto mínimo en la movilidad. Para cumplir con estos requisitos, 10 trajes de protección fueron personalizados directamente por el fabricante (Confecciones Oroel, La Muela, Zaragoza). El sistema portátil de adquisición de datos se colocó utilizando los orificios, conductos y bolsillos personalizados para que la ubicación de los sensores y los registradores de datos fuera sólida (Figura 1).



Figura 1. A: sensores de flujo de calor y sonda de temperatura en la superficie exterior del traje. B: colocación interior de sensores y dataloggers. C: detalle del sensor de flujo de calor externo y la sonda de temperatura en el pecho. D: detalle del sensor de flujo de calor exterior en el muslo.

Cuando se recibía aviso de salida a incendio, los participantes se vistieron el equipo de protección personal (*i.e.*, casco, guantes, botas de cuero y protector de cuello) que incluía el traje de protección (65% de viscosa ignífuga, 30% de Nomex® y 5% Kevlar®) donde se integró el sistema de adquisición de datos. El flujo de calor y la temperatura ambiente se midieron continuamente desde la salida hasta el retorno a la base. El tiempo de extinción efectivo se calculó sin tener en cuenta los desplazamientos hacia o desde el incendio forestal.

2.3 Mediciones

Las mediciones de flujo de calor (la velocidad de transferencia de energía térmica) se realizaron utilizando cuatro sensores de flujo de calor revestidos de resina epoxy de alta emisividad (Captec Enterprise, Lille, Francia; dimensiones: 20 x 20 mm; espesor: 0,4 mm; rango de flujo de calor: ± 50 $kW \cdot m^{-2}$; sensibilidad nominal: 3.08-3.82 $\mu V \cdot W^{-1} \cdot m^{-2}$) que midieron el flujo de calor combinado de radiación y convección. Siguiendo las instrucciones del fabricante, se colocaron 2 sensores en la superficie exterior del traje de protección en el pecho y el muslo izquierdo, utilizando su superficie posterior adhesiva (Figura 1). Otros dos sensores se colocaron en la superficie interna de la tela en paralelo a los colocados externamente en el pecho y el muslo (Figura 1). Estas ubicaciones fueron elegidas para caracterizar el flujo de calor que un bombero podría recibir al eliminar. Los sensores de flujo de calor se colocaron con la superficie de recepción orientada hacia afuera en la dirección de la mayor radiación incidente esperada (Raj, 2008). Los valores de flujo de calor positivos se consideraron como ganancia de calor, mientras que los valores negativos se consideraron pérdidas de calor. Los sensores se conectaron a un registrador de datos de cuatro canales (QuadVolt ± 100 mV, Madgetech, Warner, NH, EE. UU., Rango nominal: ± 30 $kW \cdot m^{-2}$; resolución: 1.43 $W \cdot m^{-2}$). El flujo de calor se registró de forma continua a una tasa de muestreo de 5 s (0.2 Hz) desde la salida hasta el retorno del del incendio. La temperatura del aire se midió con una sonda resistiva Pt100 (ControlTemp, Santa Perpetua de Mogoda, Barcelona; rango nominal: -200 a 650 ºC; precisión: ± [0,30 + 0,005 × t] ºC), que se colocó en la superficie exterior del traje de proteccición en el pecho. La sonda de temperatura se conectó a un registrador de datos específico (LogBox AA IP65; Novus, Porto Alegre, Brasil; rango nominal: -40 a 70 ºC; precisión: 0.2% FS) que se colocó en un bolsillo interior del traje creado para ese propósito (Figura 1). La temperatura del aire se midió continuamente a una velocidad de muestreo de 5 s (0.2 Hz). Se compararon los datos de temperatura ambiental en el área geográfica del incendio emitidos por la Agencia Estatal de Meteorología, con las mediciones de temperatura de trabajo.

El factor de atenuación de la ropa de protección se calculó como el flujo de calor recibido en los sensores externos con respecto al flujo de calor recibido en los sensores internos utilizando la ecuación 1 (Raj, 2008), mientras que el porcentaje de atenuación se calculó utilizando la ecuación 2:

$$FA = (q_{ext} / q_{in}) \quad [1]$$

$$FA\ (\%) = [(q_{ext} / q_{in}) - 1] \times 100 \quad [2]$$

donde *FA* es el factor de atenuación, q_{ext} es el flujo de calor recibido en los sensores exteriores ($W \cdot m^{-2}$) y q_{in} es el flujo de calor recibido en los sensores interiores ($W \cdot m^{-2}$).

Para establecer la peligrosidad de la exposición térmica, se establecieron 4 zonas de intensidad en función del flujo de calor registrado en los sensores interiores, siguiendo una metodología similar a la empleada para en bomberos de estructura (Krasny et al., 1988; Foster y Roberts, 1994; Rossi, 2003): Clase 1, flujo de calor ≤1000 $W \cdot m^{-2}$; Clase 2 1000<flujo de calor≤ 5000 $W \cdot m^{-2}$; Clase 3, 5000<flujo de calor≤ 7000 $W \cdot m^{-2}$; Clase 4 flujo de calor >7000 $W \cdot m^{-2}$. 1000 $W \cdot m^{-2}$ se corresponden con el flujo de calor recibido un día de verano y se asume que no supone daños para cualquier tiempo de exposición (Raj, 2008; Arnaldos et al., 2004). 5000 $W \cdot m^{-2}$ producirían dolor tras 15 s y quemaduras de segundo grado tras 30 s de exposición. Este valor es el límite de exposición a radiación térmica para personas sin protección consensuado internacionalmente (Raj, 2008). 7000 $W \cdot m^{-2}$ es valor máximo tolerable para los bomberos completamente cubiertos con ropa de Nomex de 210 $g \cdot m^{-2}$ de espesor, que sufrirían quemaduras de segundo grado tras 90 s de exposición (Butler y Cohen, 1998).

La duración efectiva de la exposición al calor se contabilizó cuando se registró un flujo de calor positivo. El peso de la exposición al calor se calculó como la relación entre el tiempo de exposición y el tiempo total de trabajo en el área de supresión de incendios, sin incluir los desplazamientos hacia o desde el fuego. Para evaluar el daño potencial de quemaduras para cada sensor a lo largo del tiempo, la dosis térmica para cada clase de exposición se calculó utilizando el flujo de calor y el tiempo de exposición registrado dentro de la ropa protectora utilizando la ecuación 3 (Kinsman, 1991):

$$TDU = (q_{in})^{4/3} \times t \quad [3]$$

donde *TDU* son Thermal Dosage Units (*i.e.*, *Unidades de Dosis Térmica*) expresadas como ($[kW \cdot m^{-2}]^{4/3} \cdot s$), q_{in} es el flujo de calor incidente ($kW \cdot m^{-2}$) y *t* es la duración de la exposición (s). Se utilizaron cuatro umbrales de dosis de radiación térmica los cuales se han correlacionado con la ocurrencia de con dolor y quemaduras en la piel expuesta media (rango): 92 (86-103) TDU indica inicio del dolor TDU representa el umbral de inicio de quemaduras de primer grado, un valor de 290 (240-730) TDU se corresponde conl a ocurrencia de quemaduras de segundo grado mientras que 1000 (870-2600) TDU corresponde a quemaduras de tercer grado (Wieczorek and Dembsey, 2001; O'Sullivan and Jagger, 2004).

2.4. Análisis estadístico

Primero se realizó un control de calidad de los datos de flujo de calor, eliminando del análisis los datos en los que se observó que la señal no era válida, revelando el fallo del sistema de adquisición de datos, un patrón de circuito abierto o directamente la pérdida del sensor. En los registros restantes, los outlayers fueron reemplazados por el valor promedio del valor adyacente anterior y posterior. Para reducir el ruido aún presente en la señal, se ejecutó el Wavelet Shrinkage Denoising Method (Donoho y Johnstone 1994) para cada una de las 4 señales de los sensores de flujo de calor. Este método ha demostrado ser más efectivo para reducir el ruido que otros métodos tradicionales de procesamiento de señales (*e.g.*, Transformadas de Fourier, filtro de media móvil, filtro de Savitzky-Golay, etc.), ya que conserva las características de forma original de la señal mientras mejora la relación señal–ruido de la señal (Yang et al., 2009). Los parámetros necesarios para el algoritmo de eliminación de ruido wavelet, son el tipo de wavelet, el nivel de descomposición, las reglas de selección de umbral y la opción de escalado de umbral (Donoho y Johnstone 1994). Siguiendo la metodología propuesta por Gradolewski y Redlarski (2014), los parámetros de eliminación de ruido se seleccionaron como: familia wavelet Coiflets, con 5 niveles de descomposición, un algoritmo de selección de umbral minimax y un umbral suave con una función de escalado múltiple. El proceso de eliminación de ruido se realizó con la función wden de MATLAB R18b V.9.5.0 (MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, EE. UU.).

Se comprobó la normalidad de los datos de flujo de calor y temperatura la prueba de Shapiro-Wilk. Cuando no se cumplió la normalidad, se realizó una transformación logarítmica de los datos. El flujo de calor medio y máximo, el tiempo de exposición y el porcentaje de exposición se compararon según su posición (*i.e.,* pecho *vs.* muslo) y su ubicación (*i.e.,* exterior *vs*. interior) utilizando un ANOVA de dos vías de medidas repetidas. La suposición de esfericidad se verificó mediante la prueba de Mauchly; si no se verificaba esta suposición, se realizó el ajuste de Greenhouse-Geisser del nivel de significación. Cuando se encontró un valor F significativo, se usó la prueba de Bonferroni para establecer diferencias significativas entre las medias. La comparación de la temperatura ambiental en el área del incendio con la temperatura en el entorno de trabajo se realizó mediante una prueba t de Student independiente. Los resultados se expresan como media ± desviación estándar (SD), salvo que se indique lo contrario. Los valores de $p < 0.05$ se consideraron estadísticamente significativos. Se utilizó el software estadístico SPSS V.22.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU.).

RESULTADOS

El número de incendios analizados fue de 23 ya que de los 38 incendios registrados 15 fueron descartados debido a problemas con la señal (*i.e*., pérdida de conexión con el registrador o conexión en abierto) o porque alguno de los sensores se dañó y/o se perdió durante los trabajos de extinción. El tiempo medio de extinción en los incendios analizados fue de 186.9 ± 119.3 min. Globalmente el flujo de calor medio analizado fue de 464.1 ± 316.9 $W \cdot m^{-2}$, con un flujo de calor máximo de 3928.2 ± 3275.2 $W \cdot m^{-2}$ (*Tabla 1*). La temperatura ambiental de la zona del incendio resultó significativamente menor ($p < 0.05$) que la temperatura del ambiente de trabajo (32.6 ± 8.9 ºC *vs.* 24.6 ± 8.9 ºC), que alcanzó valores de temperatura máxima en promedio de 78.0 ± 8.9 ºC. Los valores globales de flujo de calor medio y máximo, así como los analizados en la zona del pecho y del muslo, fueron significativamente mayores ($p < 0.001$) en el exterior respecto a los valores obtenidos en los sensores interiores, alcanzándose valores promedio de 651.5 ± 434.3 $W \cdot m^{-2}$ en el exterior y 276.7 ± 316.9 $W \cdot m^{-2}$ en el interior del traje, mientras que los valores de flujo máximo promedio fueron de 5302.9 ± 4229.0 $W \cdot m^{-2}$ y de 2553 ± 2640.2 $W \cdot m^{-2}$ en el exterior e interior, respectivamente (*Tabla1*). El factor de atenuación del flujo de calor incidente ofrecido por la ropa de protección fue de 69.9 ± 316.9 %, observándose un comportamiento homogéneo del factor de atenuación en el pecho y en el muslo. El tiempo medio de exposición fue de 62.5 ± 60.7 min, lo que supuso una ratio de exposición respecto al tiempo total de extinción del 36.6 ± 21.0 % (*Tabla 1*). El tiempo de exposición de exterior (muslo: 81.9 ± 71.0 min, pecho: 64.3 ± 62.9 min) fue significativamente mayor ($p < 0.05$) al analizado en el interior (muslo: 55.2 ± 61.4 min, pecho: 48.8 ± 57.5 min). Además, se constató que exteriormente el tiempo de exposición en el muslo (68.5 ± 68.3 min) fue significativamente más largo ($p < 0.05$) que el observado en la zona del pecho (56.4 ± 59.1 min).

Tabla 1. Flujo de calor promedio, flujo de calor máximo, tiempo de exposición y factor de atenuación ofrecido por el traje protector durante la extinción de incendios forestales (media ± SD [rango]).

Colocación sensor	Flujo de calor ($W \cdot m^{-2}$)	Flujo de calor máximo ($W \cdot m^{-2}$)	Exposición (min)	Ratio exposición (%)	Factor de atenuación	Atenuación (%)
Muslo exterior	647.1 ± 451.8** (70.4-1586.6)	5244.2 ± 3908.8** (577.4-11614.0)	81.9 ± 71.0*† (1.0-223.0)	58.7 ± 34.2*† (1.1-100.0)	3.7 ± 1.1 (1.8-5.4)	71.6 ± 10.3 (43.8-86.9)
Muslo interior	236.9 ± 204.5 (29.1-729.9)	2111.5 ± 2631.4 (177.83-8477.8)	55.2 ± 61.4 (1.0-190.0)	29.1 ± 25.0 (1.1-82.6)		
Pecho exterior	655.8 ± 545.4** (64.1-1892.5)	5361.6 ± 4571.3** (175.5-12206.5)	64.3 ± 62.9* (1.5-217.0)	33.9 ± 28.0* (1.7-94.4)	4.4 ± 2.6 (1.8-9.2)	68.2 ± 17.1 (40.0-94.6)
Pecho interior	316.5 ± 308.7 (27.1-989.0)	2995.8 ± 3555.7 (133.4-10971.0)	48.8 ± 57.5 (1.6-201.0)	24.5 ± 25.1 (1.4-87.4)		
Muslo promedio	442.0 ± 299.7 (51.9-1050.6)	3677.8 ± 2918.9 (395.4-9554.3)	68.5 ± 68.3† (1.0-206.5)	38.8 ± 26.0† (1.4-94.7)		
Pecho promedio	486.1 ± 417.5 (46.4-144.8)	4178.6 ± 3979.6 (300.0-11229.7)	56.4 ± 59.1 (1.8-209.0)	31.6 ± 25.4 (1.9-90.9)		
Promedio exterior	651.5 ± 434.3** (67.6-1388.6)	5302.9 ± 4229.0** (895.6-11366.6)	73.1 ± 65.0 (1.3-220.0)	43.6 ± 29.9* (1.4-95.7)		
Promedio interior	276.7 ± 225.8 (39.4-682.9)	2553.6 ± 2640.2 (173.4-7247.0)	52.0 ± 57.6 (1.5-195.5)	26.8 ± 24.3 (1.7-85.0)		
Promedio global	**464.1 ± 316.9 (53.8-1029.0)**	**3928.2 ± 3275.2 (598.8-9209.6)**	**62.5 ± 60.7 (1.4-206.4)**	**36.6 ± 21.0 (9.7-81.5)**	**4.0 ± 1.5 (2.6-6.9)**	**69.9 ± 11.6 (41.9-86.7)**

El comportamiento de las variables analizadas en función de las clases de exposición se muestra en la *Tabla 2*. No se encontraron diferencias en el flujo de calor ni la dosis de radiación térmica recibida entre el muslo y el pecho, situándose los valores de flujo de calor en cada clase de exposición, en la parte baja del intervalo de clase. Sin embargo, en la clase de exposición 1 el tiempo de exposición fue significativamente mayor en el muslo ($p < 0.05$) respecto al tiempo de exposición del pecho.

Tabla 2. Valores promedio de flujo de calor, tiempo de exposición y dosis de radiación térmica, para sensores internos según los umbrales de exposición (media ± SD [rango]).

		Muslo	Pecho	**Promedio**
Clase 1 ($q \leq 1000\ W \cdot m^{-2}$)	Flujo de calor ($W \cdot m^{-2}$)	168.9 ± 101.9 (30.1-341.1)	186.6 ± 120.6 (31.8-367.5)	**178.4 ± 98.7**
	Tiempo de exposición (min)	70.4 ± 72.0 (0.9-255.2)*	46.3 ± 64.8 (1.0-217.1)	**53.6 ± 59.9**
	Dosis térmica ($kW \cdot m^{-2})^{4/3} \cdot s$	0.7 ± 0.5 (0.1-1.7)	0.7 ± 0.5 (0.1-1.5)	**0.7 ± 0.5**
	Número de incendios	22	19	
Clase 2 ($1000 < q \leq 5000\ W \cdot m^{-2}$)	Flujo de calor ($W \cdot m^{-2}$)	1524.2 ± 340.7 (1017.8-2181.0)	1796.1 ± 329.7 (1081.0-2124.0)	**1634.0 ± 309.2**
	Tiempo de exposición (min)	9.9 ± 17.3 (0.1-59.0)	10.1 ± 10.8 (0.1-32.1)	**10.0 ± 14.5**
	Dosis térmica ($kW \cdot m^{-2})^{4/3} \cdot s$	10.8 ± 4.9 (5.1-19.8)	11.4 ± 2.8 (5.6, 14.4)	**11.1 ± 2.6**
	Número de incendios	11	8	
Clase 3 ($5000 < q \leq 7000\ W \cdot m^{-2}$)	Flujo de calor ($W \cdot m^{-2}$)	5857.9 ± 551.1 (5387.6-6464.3)	6132.7 ± 218.9 (5930.6-6365.2)	**6045.4 ± 348.5**
	Tiempo de exposición (min)	0.5 ± 0.1 (0.1, 0.6)	1.6 ± 1.8 (0.4-3.7)	**1.0 ± 1.5**
	Dosis térmica ($kW \cdot m^{-2})^{4/3} \cdot s$	52.9 ± 6.7 (47.2-60.2)	56.2 ± 2.7 (53.8-59.1)	**55.2 ± 4.2**
	Número de incendios	3	3	
Clase 4 ($q > 7000\ W \cdot m^{-2}$)	Flujo de calor ($W \cdot m^{-2}$)	7902.6	9381.1 ± 786.1 (9056.0-11388.9)	**9611.8 ± 913.5**
	Tiempo de exposición (min)	0.2	2.0 ± 2.2 (0.5-3.6)	**1.4 ± 1.9**
	Dosis térmica ($kW \cdot m^{-2})^{4/3} \cdot s$	78.8	101.8 ± 9.1 (95.3-110.2)	**94.1 ± 14.7**
	Número de incendios	1	4	

q, flujo de calor

La *Figura 3* muestra el comportamiento del flujo de calor en cada uno de los cuatro sensores y la temperatura del ambiente térmico en el pecho, durante la extinción de uno de los incendios más intensos registrados. El sujeto que portó el sistema de adquisición de datos realizó labores de vigilancia y ataque directo empleando mochila extintora y batefuegos sobre matorral (*i.e.*, modelo de combustible 5 en la escala de Rothermel). El flujo de calor siguió un comportamiento similar en cada uno de los cuatro sensores, mostrando una gran variabilidad con rápidas oscilaciones temporales con pulsos sucesivos de incremento del flujo de calor y temperatura seguidos de fases de enfriamiento. A pesar de que la temperatura ambiental siguió la misma tendencia que el flujo de calor, su comportamiento mostró un retraso de ~1 min respecto al del flujo de calor. Al comienzo del ataque directo se registró el pico máximo de flujo de calor en los cuatro sensores. Durante el ataque directo se registraron dos pulsos más de exposición a flujo de calor seguidos de los respectivos incrementos de la temperatura ambiental. Mientras que en los sensores exteriores se observa un comportamiento intenso y con una gran variabilidad en los valores de flujo de calor, los registros de los sensores interiores muestran un comportamiento más estable sólo modificado por los pulsos de calor durante el ataque directo, siendo la magnitud del flujo de calor menor comparada con los obtenidos en el exterior. De todos los incendios analizados, este supuso la mayor dosis de radiación térmica recibida con un valor de 110 $(kW \cdot m^{-2})^{4/3} \cdot s$ en el pecho.

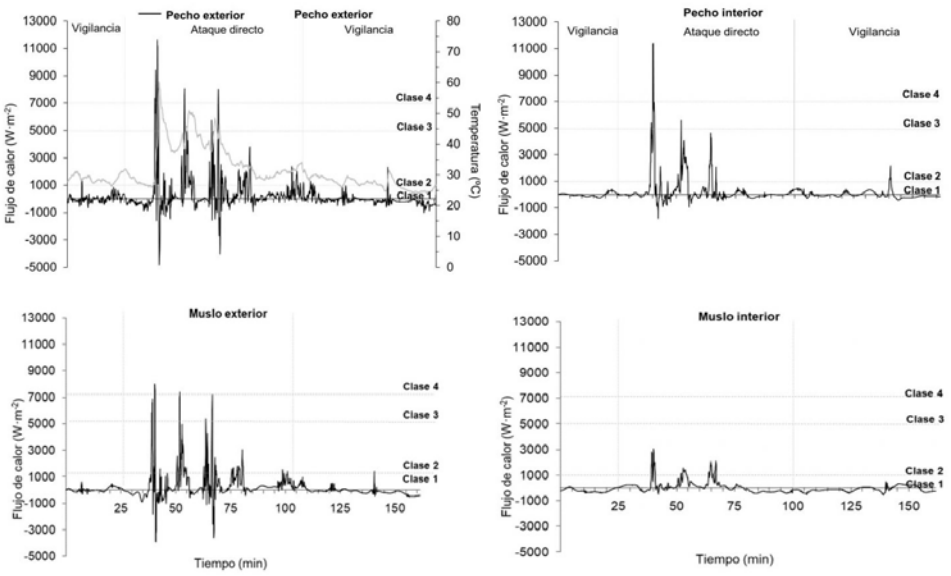


Figura 3. Flujo de calor y perfil de temperatura durante un incendio forestal intenso (Lena, Asturias, 21/08/2015). Clase I: flujo de calor ≤ 1000 $W \cdot m^{-2}$; Clase 2 1000 <flujo de calor ≤5000 $W \cdot m^{-2}$; Clase 3: 5000 <flujo de calor ≤7000 $W \cdot m^{-2}$; Clase 4: flujo de calor> 7000 $W \cdot m^{-2}$.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Estos datos proporcionan la primera imagen resuelta en el tiempo de la típica exposición térmica de los bomberos silvestres, mientras que suprimen los incendios reales. Nuestros resultados señalan que, en ciertos momentos, el flujo de calor puede alcanzar intensidades capaces de causar quemaduras (Figura 3). Sin embargo, debido a la duración de los incendios forestales y la variabilidad de la exposición, la carga térmica disminuye (flujo de calor, 464 ± 316.9 $W \cdot m^{-2}$; temperatura ambiente, 32.6 ± 8.9 ºC) y puede clasificarse como ligero (Budd et al. 1997; Rossi 2003; Willi et al. 2016). Sin embargo, esta carga térmica ambiental supone una ganancia neta de calor que puede aumentar significativamente la tensión de calor fisiológica de los bomberos forestales (McLellan et al. 2013).

En términos globales, los valores obtenidos de flujo de calor medio de 464 ± 316.9 $W \cdot m^{-2}$ y de temperatura ambiental de 32.6 ± 8.9 ºC suponen una carga térmica similar a la de un día cálido de verano (Budd et al., 1997; Rossi, 2003). Mientras que la temperatura promedio es ligeramente superior a los 29 ºC descritos durante la extinción de incendios forestales experimentales en Australia, los valores de flujo de calor obtenidos resultan claramente inferiores a los 1600 $W \cdot m^{-2}$ reportados por Budd et al., (1997) como valor más frecuente de flujo de calor. Además, en nuestro estudio el rango de exposición registrado fue mucho más amplio al reportado por Budd et al (1997) tanto para flujo de calor (*i.e.*, 54 – 9200 *vs.* 700 – 8600 $W \cdot m^{-2}$), como para la temperatura del ambiente de trabajo (*i.e.*, 22. – 66 *vs*. 19 – 35 ºC), lo que indica que nuestros datos describen una exposición ambiental menos intensa y más variable. Esto podría deberse a las diferencias metodológicas entre estudios lo que dificulta la comparación de los resultados. Los incendios forestales son un fenómeno altamente variable (Zárate et al. 2008) por lo que cambios en el tipo de combustible, la topografía o las condiciones meteorológicas suponen un comportamiento del fuego y por lo tanto una tasa de emisión de calor diferente. En el trabajo de Budd et al., (1997) los quemas experimentales se llevaron a cabo en bosques de eucaliptos, mientras que nuestros datos se corresponden en un 90% con incendios de matorral lo que puede haber influido en la menor intensidad flujo de calor obtenida (Frankman et al. 2013). Además, mientas que los datos del estudio de Budd et al. (1997) fueron tomados en condiciones meteorológicas y de relieve homogéneas, nuestros datos se registraron en escenarios reales lo que supuso una elevada heterogeneidad en las condiciones de extinción, lo que probablemente haya favorecido la gran variabilidad de la exposición térmica.

Otros factores relacionados con el método de medición de la exposición ambiental y del tipo de trabajo realizado podrían haber influido en las diferencias observadas. Varios estudios han indicado que analizar la exposición térmica durante extinción de incendios mediante sensores fijos no resulta fiable ya que no ya que no se tendrían en cuenta los cambios en el ambiente térmico en la zona cercana al bombero o incluso en su ropa de protección (Eglin et al., 2004; Willi et al., 2016). En este sentido, Willi et al., (2016) analizaron el ambiente térmico mediante sensores colocados sobre EPI de los bomberos de estructuras en incendios de entrenamiento y los compararon con los valores aportados por sensores fijos. Estos autores sugirieron que los cambios en la temperatura local medida por termopares fijos no proporcionan una indicación fiable de los cambios en la temperatura local de un bombero y lo relacionaron con el movimiento de los bomberos hacia zonas de exposición menos intensa y que provoca el enfriamiento intermitente. De un modo análogo, en incendios forestales los bomberos también regulan su exposición al calor realizando pequeñas pausas intermitentes alejándose del fuego con el fin de reducir carga térmica y controlar la intensidad del esfuerzo realizado (Budd et al., 1997; Rodríguez-Marroyo et al., 2011). Budd et al., (1997) registraron los datos ambientales mediante sensores fijos colocados en la zona de trabajo en los momentos de exposición más intensa durante los trabajos de extinción. Por el contrario, en nuestro estudio los sensores se portaron sobre el EPI durante la toda la duración de la extinción en la que solo un 37% del tiempo se registró flujo de calor incidente. Estas diferencias en la metodología de medición, podrían haber contribuido significativamente a que los datos de exposición reflejen un comportamiento variable y menos intenso en comparación con los datos de Budd et al (1997).

Los movimientos y gestos específicos realizados durante la extinción podrían haber sido determinante en las diferencias observadas en el tiempo exposición entre el sensor del pecho y el del muslo (*Tabla 1*). Este resultado sugiere la existencia de una cierta asimetría en el modo en el que se recibe el flujo de calor entre el pecho y el muslo. Este hecho probablemente se relacione con el tipo de tareas realizadas de manera predominante en los incendios analizados. Los bomberos realizaron principalmente ataque directo lo que supone trabajar mediante el uso de herramientas manuales directamente sobre llamas de entre 0.5-1.5 m de altura y tareas de liquidación-remate de los rescoldos y pequeños focos en la fase final del incendio. Tanto en el ataque directo como en la liquidación-remate la parte inferior del cuerpo está expuesta durante más tiempo al flujo de calor incidente lo que aumentaría el tiempo de exposición del sensor del muslo.

Como cabría esperar, llevar la ropa ignífuga supuso que el calor recibido interiormente resultara significativamente menor al registrado en los sensores exteriores (*Tabla 1*). El traje de protección supuso un factor de atenuación del flujo de calor exterior del 69%. Este resultado está en línea con lo descrito por Raj (2008) cuando analizó el factor de protección que supone la de ropa de uso común (*i.e.*, camiseta 100% algodón o mezcla 65% algodón y 35% poliéster) en configuraciones de una o dos capas. El factor de atenuación hallado osciló entre el 50 y el 70% en función del espesor y número de capas de tejido. En este sentido, se ha demostrado que la ropa más gruesa o con un mayor número de capas supone un incremento de la atenuación del calor (Song et al., 2011). Nuestros resultados muestran el factor de atenuación promedio que supone el traje sin tener en cuenta la protección añadida que supone la ropa interior. A pesar de ello, la reducción del flujo de calor proporcionada por una sola capa (*i.e.*, ~0.2 mm de espesor) fue similar al informado por Raj (2008) para configuraciones con dos capas (*i.e.*, ~2 mm de espesor), lo que confirma que las fibras sintéticas ignífugas ofrecen un buen comportamiento protector en incendios reales.

La peligrosidad de la exposición se refleja en la *Tabla 2*. Los resultados obtenidos muestran un claro predominio de las zonas de exposición más bajas ya que el 81% del tiempo de exposición el flujo de calor recibido fue de ~180 $W \cdot m^{-2}$ (Clase 1). El 15% del tiempo de exposición el flujo incidente fue de ~1600 $W \cdot m^{-2}$ (Clase 2) y tan solo el 3.5% del tiempo se alcanzaron las clases de exposición 3 y 4. En la literatura solo el trabajo de Willi et al. (2016) con bomberos de estructuras, permite comparar los resultados sobre el ambiente térmico obtenidos. Estos autores analizaron el flujo de calor recibido en el casco de los bomberos de estructura durante la realización de entrenamientos con presencia de fuego real en exposiciones de corta duración (~11 min). Los valores medios de flujo de calor fueron de 1600 $W \cdot m^{-2}$ (1000-2400 $W \cdot m^{-2}$), las exposiciones térmicas severas se caracterizaron por flujos de calor incidentes entre 3000 y 6000 $W \cdot m^{-2}$, mientras que las exposiciones moderadas tuvieron flujos de calor incidentes menores a 1000 $W \cdot m^{-2}$. Los tiempos de permanencia en cada una de esas clases de exposición predominantes fue similar (~3.5 min) lo que en conjunto constata una exposición más homogénea e intensa en comparación con nuestros resultados.

La dosis térmica como una medida integradora basada en la magnitud y la duración de la exposición al calor (Eisenberg et al. 1975) se había aplicado en estudios anteriores a la población en general (Hockey and Rew 1996), en poblaciones especialmente vulnerables (*i.e.*, niños y ancianos) (Daycock and Rew 2000) o en trabajadores de plataformas petrolíferas (O'Sullivan and Jagger 2004). Sin embargo y hasta donde llega nuestro conocimiento, este trabajo sería el primero donde se analiza la vulnerabilidad a la radiación térmica durante la extinción de incendios forestales. En este sentido, la mayor dosis de radiación térmica promedio fue de 94 $(kW \cdot m^{-2})^{4/3} \cdot s$, que se encuentra dentro del rango considerado capaz de producir dolor (Hockey and Rew 1996; O'Sullivan and Jagger 2004). El máximo absoluto se analizó en el incendio mostrado en la Figura 3 y alcanzó un valor de 110 TDU, que está dentro del umbral de quemaduras de primer grado (Hockey and Rew 1996; O'Sullivan and Jagger 2004). Aunque que no se reportó ninguna incidencia por quemaduras en este incendio ni en ningún otro de los analizados en este trabajo, estos resultados resaltan el hecho de que la exposición térmica durante la extinción de incendios forestales puede alcanzar valores susceptibles de producir daños personales.

La exposición térmica analizada en este estudio supone una ganancia neta de calor que obliga a aumentar la tasa de sudoración para compensar el balance térmico, lo que incrementa la carga fisiológica de los sujetos (Bruce-Low et al., 2007; Bröde et al., 2010). Estos resultados están en línea con los de Budd et al., (1997) quienes reportaron un incremento de la tasa de sudoración de 793 $g \cdot h^{-1}$ a 1027 $g \cdot h^{-1}$ (23%) para compensar una carga de calor ambiental de 216 W. Teniendo en cuenta estos resultados, se puede especular que la carga de calor ambiental obtenida en nuestro estudio (~ 460 $W \cdot m^{-2}$) podría aumentar la tasa de sudor a ~1400 $g \cdot h^{-1}$. Esta tasa de sudoración solo se puede mantener por períodos cortos (<1 h) en sujetos aclimatados y correctamente hidratados (Cheuvront et al., 2010). Esta circunstancia resalta el impacto que el ambiente de trabajo térmico supone en la respuesta fisiológica de los bomberos forestales.

CONCLUSIONES

En conclusión, la exposición térmica media analizada en el este estudio puede considerarse como ligera. A pesar de la alta protección que la ropa de protección ofrece al flujo de calor externo, ya que atenuó el flujo de calor externo en aproximadamente un 70%, en momentos puntuales se pueden obtener altos valores de exposición térmica susceptibles de provocar quemaduras de primer grado. Esto refuerza la importancia de la ropa de protección en la seguridad del personal de extinción de incendios forestales.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (DEP2016-79762-P AEI / FEDER, UE) y la Junta de Castilla y León (LE017G18). Además, el estudio ha sido financiado por Empresa de Transformación Agraria, S.A. (TRAGSA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arnaldos Viger J, Navalón Novell X, Pastor Ferrer E, Planas Cuchi E, Zárate López L. Manual de ingeniería básica para la prevención y extinción de incendios forestales. 1ª Ed. Barcelona: Institut d´Edicions de la Diputació de Barcelona, Mundi-Prensa; 2004.
2. Britton C, Lynch CF, Torner J, Peek-Asa C. 2013. Fire characteristics associated with firefighter injury on large federal wildland fires. Ann Epidemiol 23:37–42; doi:10.1016/j.annepidem.2012.11.001.
3. Budd G, Brotherhood J, Hendrie A, Jeffery S, Beasley F, Costin B, et al. 1997. Project Aquarius 6. Heat Load From Exertion, Weather, and Fire in Men Suppressing Wildland Fires. Int J Wildl Fire 7:119; doi:10.1071/WF9970119.
4. Butler B, Cohen J. 1998. Firefighter Safety Zones: A Theoretical Model Based on Radiative Heating. Int J Wildl Fire 8:73; doi:10.1071/WF9980073.
5. Carballo-Leyenda B, Villa JG, López-Satué J, Collado PS, Rodríguez-Marroyo JA. 2018. Fractional Contribution of Wildland Firefighters' Personal Protective Equipment on Physiological Strain. Front Physiol 9:1–10; doi:10.3389/fphys.2018.01139.
6. Carballo-Leyenda B, Villa JG, López-Satué J, Rodríguez-Marroyo JA. 2017. Impact of Different Personal Protective Clothing on Wildland Firefighters' Physiological Strain. Front Physiol 8:1–8; doi:10.3389/fphys.2017.00618.
7. Cuddy JS, Ruby BC. 2011. High work output combined with high ambient temperatures caused heat exhaustion in a wildland firefighter despite high fluid intake. Wilderness Environ Med 22:122–125; doi:10.1016/j.wem.2011.01.008.
8. Cuddy JS, Sol JA, Hailes WS, Ruby BC. 2015. Work patterns dictate energy demands and thermal strain during wildland firefighting. Wilderness Environ Med 26:221–6; doi:10.1016/j.wem.2014.12.010.
9. Daycock J, Rew P. 2000. Thermal radiation criteria for vulnerable populations. HSE Contract Reseach Report 285/2000. Surrrey, UK: WS Atkins Consultants Ltd. Health and Safety Executive.
10. Donoho DL, Johnstone IM. 1994. Ideal spatial adaption via wavelet shrinkage. Bio-métrica. 1994; 81:425-455.
11. Eglin CM, Coles S, Tipton MJ. 2004. Physiological responses of fire-fighter instructors during training exercises. Ergonomics 47:483–94; doi:10.1080/0014013031000107568.
12. Eisenberg N, Lynch C, Breeding R. 1975. Vulnerability model. A simulation system for assessing damage resulting from marine spills. Rep No CG-D-137-75.
13. Foster JA, Roberts G V. 1994. Measurements of the Firefighting Environment. Research R. Research Report 61. Wetherby, UK: Central Fire Brigades Advisory Council, Joint Committee on Fire Research.
14. Frankman D, Webb BW, Butler BW, Jimenez D, Forthofer JM, Sopko P, et al. 2013. Measurements of convective and radiative heating in wildland fires. Int J Wildl Fire 22:157; doi:10.1071/WF11097.
15. Gradolewski D, Redlarski G. 2014. Wavelet-based denoising method for real phonocardiography signal recorded by mobile devices in noisy environment. Comput Biol Med 52:119–129; doi:10.1016/j.compbiomed.2014.06.011.
16. Hockey S, Rew P. 1996. Review of human response to thermal radiation, HSE Contract Research Report No. 97/1996. Surrrey, UK: WS Atkins Consultants Ltd. Health and Safety Executive.
17. Hymes I, Boydell W, Prescott B. 1996. Thermal Radiation: Physiological and Pathological Effects. Major Hazards Monograph, Institution of Chemical Engineers, Rugby, Warwickshire, U.K.
18. ISO (International Standardization Organization). 2018. Protective clothing for firefighters. Laboratory test methods and performance requirements for wildland firefighting clothing. ISO 15384. Geneva, Switzerland.
19. Horn GP, Kesler RM, Kerber S, Fent KW, Schroeder TJ, Scott WS, et al. 2018. Thermal response to firefighting activities in residential structure fires: impact of job assignment and suppression tactic. Ergonomics 61:404–419; doi:10.1080/00140139.2017.1355072.
20. King AR. 1962. The efficiency of rural firefighters. Technical Paper No. 4. Melbourne: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Chemical Research Laboratories.
21. Kinsman P. 1991. Major Hazard Assessment: Survey of Current Methodologies and Information Sources. Specialist Inspector Reports Nº 29. Health and Safety Executive.
22. Krasny J, Rockett JA, Huang D. 1988. Protecting fire fighters exposed in room fires: Comparison of results of bench scale test for thermal protection and conditions during room flashover. Fire Technol 24:5–19; doi:10.1007/BF01039637.
23. McLellan TM, Daanen HAM, Cheung SS. 2013. Encapsulated environment. Compr Physiol 3:1363–1391; doi:10.1002/cphy.c130002.
24. Nayak R, Houshyar S, Padhye R. 2014. Recent trends and future scope in the protection and comfort of fire-fighters' personal protective clothing. Fire Sci Rev 3:4; doi:10.1186/s40038-014-0004-0.

25. O'Sullivan S, Jagger S. 2004. Human Vulnerability to Thermal Radiation Offshore. HSL/2004/04. Surrrey, UK: WS Atkins Consultants Ltd. Health and Safety Executive.
26. Parsons RA, Butler BW, Mell W. 2014. Safety zones and convective heat: numerical simulation of potential burn injury from heat sources influenced by slopes and winds. In: Advances in forest fire research (D.X. Viegas, ed). Imprensa da Universidade de Coimbra:Coimbra. Portugal. 1500–1507.
27. Raimundo AM, Figueiredo AR. 2009. Personal protective clothing and safety of firefighters near a high intensity fire front. Fire Saf J 44:514–521; doi:10.1016/j.firesaf.2008.10.007.
28. Raj PK. 2008. Field tests on human tolerance to (LNG) fire radiant heat exposure, and attenuation effects of clothing and other objects. J Hazard Mater 157:247–259; doi:10.1016/j.jhazmat.2007.12.114.
29. Rodríguez-Marroyo JA, López-Satue J, Pernía R, Carballo B, García-López J, Foster C, et al. 2012. Physiological work demands of Spanish wildland firefighters during wildfire suppression. Int Arch Occup Environ Health 85:221–228; doi:10.1007/s00420-011-0661-4.
30. Rodríguez-Marroyo JA, Villa JG, López-Satue J, Pernía R, Carballo B, García-López J, et al. 2011. Physical and thermal strain of firefighters according to the firefighting tactics used to suppress wildfires. Ergonomics 54:1101–1108; doi:10.1080/00140139.2011.611895.
31. Rossi R. 2003. Fire fighting and its influence on the body. Ergonomics 46:1017–1033; doi:10.1080/0014013031000121968.
32. Song G, Paskaluk S, Sati R, Crown EM, Doug Dale J, Ackerman M. 2011. Thermal protective performance of protective clothing used for low radiant heat protection. Text Res J 81:311–323; doi:10.1177/0040517510380108.
33. Stoll AM, Chianta MA. 1971. Heat transfer through fabrics as related to thermal injury. Trans N Y Acad Sci 33:649–670; doi:10.1111/j.2164-0947.1971.tb02630.x.
34. Wieczorek CJ, Dembsey NA. 2001. Human Variability Correction Factors for Use with Simplified Engineering Tools for Predicting Pain and Second Degree Skin Burns. J Fire Prot Eng 11:88–111; doi:10.1106/0D9U-KLP9-TG1P-XJ1B.
35. Willi JM, Horn GP, Madrzykowski D. 2016. Characterizing a Firefighter's Immediate Thermal Environment in Live-Fire Training Scenarios. Fire Technol 52:1667–1696; doi:10.1007/s10694-015-0555-1.
36. Yang C, He Z, Yu W: Comparison of public peak detection algorithms for MALDI mass spectrometry data analysis. BMC Bioinformatics 2009, 10:4.
37. Zárate L, Arnaldos J, Casal J. 2008. Establishing safety distances for wildland fires. Fire Saf J 43:565–575; doi:10.1016/j.firesaf.2008.01.001.

ÁNALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO Y SALUD EN TRABAJADORES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO AL POLVO DE MADERA EN UNA FABRICA DE MUEBLES (COLOMBIA)

RESUMEN / ABSTRACT

Desde el 2006 la línea de investigación de riesgos químicos de la Universidad del Quindío ha realizado diversos estudios a carpinteros del departamento del Quindío (Colombia). Estos estudios han arrojado que en el 90% de las fábricas de muebles se supera el TLV del polvo de madera (> 5 mg/m3), y no cumplen con las medidas de seguridad industrial. Se identificaron limitaciones referentes al subregistro de morbilidad relacionados con la exposición al polvo de madera, ya que los únicos datos reportados son los generados por incapacidad medica causados por accidentes de trabajo o enfermedad común. Además, se realizaron exámenes clínicos a carpinteros, donde el 90% de ellos no tenían las vacunas de HB, tétano y la influenza. Los análisis especializados de las pruebas clínicas de diagnóstico de enfermedad laboral como el BK, Espirometría, IgE, TGF-β y RX de tórax, fueron normales y no concluyentes. Se realizó un estudio de tipo descriptivo observacional de corte transversal. Se caracterizó a la población de los trabajadores de una fábrica de muebles de madera, se tomaron medidas de material particulado y se propuso medidas de intervención. Comparando los estudios anteriores, hemos visto que las estrategias educativas no hacen eco en los empleadores ni se cuenta con la vigilancia epidemiológica que se requiere para la prevención de la enfermedad laboral que garantice la operatividad, evaluación, seguimiento y actualización del Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) y lograr mantener condiciones higiénico sanitaras adecuadas a la población expuesta.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Sistema de Vigilancia Epidemiológica a los carpinteros
Muestreo de polvo de madera
Enfermedad laboral de los carpinteros

AUTORES / AUTHORS

Milena Elizabeth Gómez Yepes
Universidad del Quindío
milenagomez@uniquindio.edu.co
Nolbedir Saza Ramírez
Universidad del Quindio
nolbersaza@yahoo.com
María Victoía Salazar Palacio
Universidad del Quindio
mvsalazar@uniquindio.edu.co

INTRODUCCIÓN

En la Unión Europea, aproximadamente 3.6 millones de trabajadores están expuestos a polvo de madera; el cual ha estado asociados a una variedad de síntomas respiratorios incluyendo asma, bronquitis crónica, hiperactividad bronquial, disminución de Vef1 y de la función pulmonar. (Jacobsen & Schlunssen, 2018).

En Madrid, España, se realizó durante el año 2015 una revisión de literatura científica reciente de trabajos que aborden la exposición laboral a polvo de madera y su posible relación con el desarrollo de cáncer de senos paranasales; obteniéndose un total de 7 artículos, 2 de casos y controles, 3 longitudinales retrospectivos; 1 serie de casos y 1 estudio transversal; concluyendo que existe asociación estadísticamente significativa entre la exposición laboral a polvo de madera y el cáncer de senos paranasales, susceptibilidad que se incrementa con mayor tiempo de exposición. Alteraciones genéticas derivadas de esta exposición como la mutación del gen TP53 y KRAS, inmupositividad de P53, y polimorfismo de enzimas del metabolismo CYP1A se encuentran también implicadas en el desarrollo de esta patología. (Rojas y Peñalver,2015).

Desde 1950, se ha empleado el término vigilancia para referirse a ciertas medidas relacionadas con el control de enfermedades infecciosas. En 1968 en la 21ª Asamblea de la Organización mundial de la salud (OMS), sobre enfermedades transmisibles, se definió que la vigilancia epidemiológica comprende "la recolección sistémica y el uso de información epidemiológica para la planeación, implementación y evaluación de planes de control para las enfermedades". (World Health Organization, 1968).

Desde el 2006 la línea de investigación de riesgos químicos de la Universidad del Quindío ha realizado diversos estudios a carpinteros del departamento del Quindío (Colombia). Estos estudios han arrojado que en el 90% de las fábricas de muebles se supera el TLV del polvo de madera (> 5 mg/m3), y no cumplen con las medidas de seguridad industrial. Se identificaron limitaciones referentes al subregistro de morbilidad relacionados con la exposición al polvo de madera, ya que los únicos datos reportados son los generados por incapacidad medica causados por accidentes de trabajo o enfermedad común. Además, se realizaron exámenes clínicos a carpinteros, donde el 90% de ellos no tenían las vacunas de HB, tétano y la influenza. Los análisis especializados de las pruebas clínicas de diagnóstico de enfermedad laboral como el BK, Espirometría, IgE, TGF-β y RX de tórax, fueron normales y no concluyentes.

Según el estudio de incidencia de patología respiratoria por exposición al polvo de madera de los carpinteros y ebanistas en el departamento del Quindío; se identificaron limitaciones referentes al subregistro de morbilidad relacionados con la exposición al polvo de madera; ya que los únicos reportados son los generados por incapacidad medica causados por accidentes de trabajo o enfermedad común. Entre los datos recogidos el riesgo relativo de la población general (RR PG), con un resultado del 81%, confirmó que la exposición continua a este material particulado incide en la aparición de patologías respiratorias, causando ausentismo laboral. Entre sus recomendaciones destaca la implementación de un sistema de vigilancia epidemiológica para carpinteros que permita identificar los factores condicionantes del proceso salud-enfermedad y realizar una detección temprana de las enfermedades respiratorias crónicas causadas por exposición al polvo de madera. Gómez y Cremades, (2010a).

IDENTIFICACION DEL PELIGRO: la identificación de la sustancia química a vigilar fue adaptado de la guía para la atención integral en Salud Ocupacional de min-protección social. GATISST. basada en la evidencia para BTX EB 2007.

La vigilancia epidemiológica a material particulado, polvo de madera, causantes de alteraciones o enfermedades ocupacionales se orienta a la identificación temprana de signos y síntomas a partir del análisis de la exposición. El SVE, incluye una evaluación de ingreso, una periódica anual, una evaluación de egreso y si cambia a otra ocupación.

METODOLOGÍA

Tipo De Estudio: Descriptivo observacional de corte transversal.

Población: 190 trabajadores. Tamaño De La Muestra: Se utilizó un nivel de confianza de 95%, la muestra es de 100 trabajadores.

Descripción de las Condiciones de Salud en los Trabadores Expuestos al Polvo de la Madera

- Se aplicó la encuesta de identificación de síntomas respiratorios (Cuestionario propio).
- Se elaboró las historias clínicas ocupacionales.

- Se realizó las espirometrías forzadas.

RESULTADOS

El 56% de los trabajadores son hombres, en edades entre los 19 y 71 años de edad, de los cuales el 91 % de ellos tienen un nivel básico educativo.

El 70 % de la población trabajadora oscila en tiempo de antigüedad en la empresa entre 1 a 4 años y el resto entre 5 a 9 años, en un contrato as termino fijo.

El 59.8% de los trabajadores v son de tipo de sangre O+.

El 67%l de los trabajadores no realizan alguna actividad deportiva.

El 68.8 %de la población femenina planifica.

El 45.09% de los trabajadores presentan sobrepeso, donde el 10 .78% de estos están con obesidad.

Referente a los antecedentes médicos, el 53.6% de los trabajadores presenta trastorno en la refracción. El 38.78% de la población objeto presenta trastornos musculoesqueléticos. El 2.04% de los trabajadores presenta entre alguna alteración respiratoria como alergias.

El 100 % de la población trabajadora se encuentra expuesta al material particulado en estudio, polvo de madera. El 99 % de los trabajadores se encuentra ante riesgo ergonómico.

El 98.02% de los trabajadores están expuestos a virus, bacterias, parásitos y hongos, por estar en contacto directo con material orgánico.

El 93.07% de la población en estudio manifiestan exposición a riesgo mecánico, en este caso el uso de lijas manuales, mecánicas y maquinado.

El 59.8% de los trabajadores expuestos a material particulado, polvo de madera, presentaron un resultado de espirometría anormal.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La exposición a material particulado , en este caso al polvo de madera, demuestra una vez mas que se requieren establecer un sistema de vigilancia epidemiológico que permita causar mayor impacto en pro de la salud de los trabajadores y en busca del beneficio colectivo con la empresa.

Se requiere capacitaciones continuas y de seguimiento a las empresas madereras para concientizar su riesgo de exposición con el adecuado uso de elementos de protección personal y promover una cultura de estilos de vida saludable; ya que la mayoría de la población trabajadora son adultos jóvenes y maduros, sedentarios ,con inadecuados estilos de vida saludable.

El resultado de la espirometría anormal hace pensar como una posible causa su interacción directa con el factor de riesgo químico en estudio.

La casi totalidad de los trabajadores presentaron riesgo ergonómico debido a que su trabajo es mas en posición bípedo, causando fatiga muscular y cansancio en miembros inferiores.

Con respecto a la obesidad, es un hecho que corrobora el sedentarismo detectado al igual que inadecuadas condiciones de estilos de vida saludable. Además, de que los trabajadores no realizan alguna actividad deportiva, el sedentarismo y el riesgo de enfermedades metabólicas y cardiovasculares son altas por ser una población en su mayoría adulta joven y adulto maduro.

Más del 50% de los trabajadores son O+, lo cual permite tener un adecuado banco de donantes en caso de una emergencia, pues la zona cafetera es alta la vulnerabilidad ante sismos.

CONCLUSIONES

Comparando los estudios anteriores, hemos visto que las estrategias educativas no hacen eco en los empleadores ni se cuenta con la vigilancia epidemiológica que se requiere para la prevención de la enfermedad laboral que garantice la operatividad, evaluación, seguimiento y actualización del Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) y lograr mantener condiciones higiénico sanitaras adecuadas a la población expuesta.

De los 100 trabajadores expuestos se evidencio que mas de la mitad de la población 59.8% su espirometría resultó anormal y con relación a un punto de medición ambiental a través de bomba muestreadora e aire se encontró con un TLV, 11, 44 veces superior a lo permitido, lo cual demuestra el riesgo alto de la población expuesta que si bien es cierto se cuenta con campanas de extracción en la fuente, las condiciones de aseo locativo y equipo de protección respiratoria no son los adecuados, por lo que se debe concientizar a la alta gerencia en la adecuada dotación al personal y generar una cultura protectora del buen uso de estos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad del Quindío, a la Facultad Ciencias de la Salud, a la Maestría en Prevención de Riesgos Laborales, al Grupo de Investigaciones de Prevención de riesgos laborales por la incondicional colaboración en la ejecución de esta proyecto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvarez, F., Álvarez, A. (2009). Epidemiologia general y clínica. Bogotá, Colombia. Ecoediciones.
2. Álvarez, F. (2015). Salud Ocupacional. Bogotá, Colombia. Ecoediciones.
3. Araujo, F. (2014). 37°. Congreso Colombiano de Medicina del Trabajo y Salud Ocupacional. Patología Respiratoria de Origen Ocupacional.4.
4. Blanco, J., Maya J., Torres, Y. (2017). Tomo III. Epidemiologia básica y principios de investigación. 3 ed. Medellín, Colombia. CIB fondo editorial.5.
5. Blank, N., Dilworth, M., Summer, N. (2007). Exposición ocupacional a polvo de la madera en trabajadores de una industria británica entre 1999-2000. 51 (3). 249-260. Recuperado de https://academic.oup.com/annweh/article/51/3/249/139694.6.
6. Camacho, A y Mayorga, D. (2017). Revista prolegómenos. Derechos y Deberes. Artículo de reflexión. Riesgos laborales psicosociales. Perspectiva organizacional, jurídica y social. 20(40), 159-172. Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/prole/v20n40/v20n40a11.pdf.7
7. Centro tecnológico del mármol y la piedra. (2010). El polvo de la madera: riesgo laboral y su prevención. Madrid, España. Metal Construcción y afines de UGT.8
8. Díaz, A. (2014). Manual básico de seguridad y salud en el trabajo. Riesgos específicos y su prevención en el sector correspondiente a la actividad de la empresa. Riesgos específicos y su prevención en el sector de la madera. Invassat. Valencia, España. Generalitat valenciana.9
9. El Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. (2007). Guía de NIOSH sobre entrenamiento de espirometría. Centros para el control y la prevención de enfermedades. México DF.10
10. Forga, M. (2012). Educación médica continua. Dermatitis irritativa por contacto. Volumen 18 (3) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://www.dermatolarg.org.ar/index.php/dermatolarg/article/viewArticle/876.11
11. García, J y Fernández, V. (2008). Artículo de revisión. Dermatitis de contacto en la industria de la madera. Coroña, España. Recuperado de http://www.ladep.es/ficheros/documentos/Garc%EDa%20Gav%EDn%20J%20et%20al.%20Dermatitis%20de%20contacto.pdf.12
12. Gil, F. (2012). Tratado de Medicina del Trabajo. Aspectos médicos de interés en salud laboral. Madrid, España. Elsevier Masson.13
13. Gómez, M y Cremades, L. (2013). incidencia de patología respiratoria por exposición al polvo de madera. Evaluación, frecuencia y medidas de protección. Barcelona, España. Editorial academia ladica española.14
14. Gómez, M; Sánchez, J y Villamizar. (2012). *:* Análisis de datos de morbi-mortalidad laboral de los trabajadores de la madera por problema o enfermedad respiratoria del Departamento del Quindío15
15. Gonzales, G., Baena, B., Gómez., Mercado, Y. (2012). Hacia la promoción de la salud. Riesgo de exposición a compuestos químicos en trabajadores de transformación de la madera. 17(1), 105-117. Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/hpsal/v17n1/v17n1a08.pdf.16
16. Guerrero, E. (2017). Manual de Salud Ocupacional. Bogotá, Colombia. Manual Moderno.17
17. Guía de práctica clínica. (2015). Diagnóstico y tratamiento de la conjuntivitis. En el primer nivel de atención. México.17
18. Instituto Nacional del Cáncer. USA. (2015.). polvo de madera. Recuperado de https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/polvo-de-madera.19
19. Ideara, Sl. (2014). Efectos tóxicos y alérgicos de las principales maderas. Estudio, análisis y consecuencias del uso de agentes químicos y maderas en los luthiers de la comunidad de Madrid, España. Guía técnica. Editorial Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo20
20. Jurestschke, M y Rodríguez, J. (2008). Monografías de la sociedad madrileña de Neumología y Cirugía Torácica. Enfermedades ocupacionales. Volumen VIII. Madrid, España. Ergon.21
21. Miguel, M. (2012). Caracterización de la madera del nuevo híbrido. Eucalyptus grandis, Hill ex Maiden x Eucalyptus tereticornis, Smith, su aptitud de usos en Argentina. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid, España. Recuperado de https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/1708/1

/TESIS211_121025.pdf.22
22. Mikkelsen, A., Schlünssen, V., Sigsgaard, T., Schaumburg, I. (2002). Determinantes de la exposición al polvo de madera de una industria del mueble danesa. Sociedad británica de higiene ocupacional. Volumen 46 (8). 673-685.recuperado de https://translate.google.com.co/tra.nslate?hl=es&sl=en&u=https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12406861&prev=search.23
23. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (24.03.2010). Resolución 610. Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.24
24. Ministerio del ambiente y desarrollo sostenible (01.11.2017). Resolución 2254. Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.25
25. Quiroz, C. (2008). Prevalencia de alteraciones en la función pulmonar de la población residente vecina a dos fábricas de material particulado, corregimiento La Sierra, Municipio de Puerto Nare Antioquia, Colombia. Revista nacional de salud pública. 29 (1), p 1-11. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2011000100006&lng=en&tlng=en.26
26. Quiroz, J., Vidal, A y Torres, J. (2016). Generación de polvos de madera en talleres de la escuela de laudería del instituto nacional de bellas artes y literatura, México. Recuperado de file:///F:/TRABAJO%20DE%20GRADO%20MAESTRIA/estudio%20en%20biolines%20fabricados%20en%20madera.pdf.27
27. Rodríguez, H y Espinosa, M. (2007). Guía para desarrollar un programa de vigilancia epidemiológica en Salud Ocupacional. Bogotá, Colombia. Sociedad Colombiana de Medicina del Trabajo.28
28. Ruiz, C., Delclos, J., Ronda, E., García, A y Benavides, F. (2014). Salud laboral. Conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales. Barcelona; España. Elsevier Masson.29
29. Rojas y Peñalver, A. (2015). Medicina y seguridad en el trabajo. Exposición ocupacional a polvo de madera y cáncer de senos paranasales. Volumen 61 (238), 112-124. Recuperado de http://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v61n238/revision2.pdf.30
30. Sociedad Colombiana de Medicina del Trabajo. Manual sobre sistemas de vigilancia epidemiológico (SVE) aplicados a la salud ocupacional. 2017.31
31. Sociedad química americana, CAS. (2018.). El estándar de oro para la información de sustancias químicas. Recuperado de http://support.cas.org/content/chemical-substances.32
32. Tecnología. La madera. Recuperado de http://www.areatecnologia.com/materiales/madera.html33
33. Vélez, H., Rojas, W., Borrero, J., Restrepo, J. (2007). Neumología. 6ª ed. Medellín: corporación para investigaciones biológicas.34
34. Vergara, C., Olivero, J., Guerrero, A., Arrollo, B y Marrugo, J. (2013). Perfil de la expresión génica en células sanguíneas aisladas de carpinteros expuestos a solventes orgánicos en Sucre (Colombia). revista saluduninorte. 29(1). P 1-12. Recuperado de http://crai.referencistas.com:2266/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=15&sid=b62a8711-7b90-462f-aa67-5e6bc8d0298e%40sessionmgr4007.35
35. World Health Organization. Geneva. (1968). Principles And Practice Of Screening For Disease. Recuperado de http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/37650/WHO_PHP_34.pdf?sequence=1736
36. Urbaneja, F. Vigilancia Epidemiológica en el Trabajo. Guía para la implementación de la vigilancia colectiva por parte de los servicios de prevención. Gobierno Vasco. 2015.37
37. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents y Biological Exposure Indices. 2018. TLVs and BELs. ACGIH

Nanopartículas en ambientes de trabajo reales. ¿Pueden ser ambientes saludables?

RESUMEN / ABSTRACT

La presencia de nanopartículas manufacturadas en el lugar de trabajo representa una nueva preocupación desde el punto de vista de un entorno de trabajo saludable. Además del gran desconocimiento que existe acerca de los efectos adversos que puedan causar sobre los organismos, el principal problema radica en la dificultad que representa controlar la situación, no sólo desde el punto de vista de la higiene industrial, sino que también desde la óptica ambiental en general. En el caso de las nanopartículas manufacturadas, se supone que se dispone de gran cantidad de información acerca de ellas ya que, al menos, se sabe para qué se fabrican, qué propiedades presentan y a qué uso industrial o comercial van destinadas. Ahora bien, las nanopartículas que se producen no intencionadamente como resultado, mayoritariamente, de procesos de combustión o de abrasión, presentan una dificultad adicional ya que, por ejemplo, su composición química puede no ser conocida con suficiente exactitud y su tamaño puede ser realmente variable.

Existen diferentes técnicas para detectar y cuantificar nanopartículas ambientales, aunque cada una de estas técnicas se aproxima a los valores de concentración a través de diferentes estrategias.

Esta comunicación pretende exponer los resultados obtenidos por medio de diferentes técnicas, así como, analizar las similitudes y diferencias encontradas cuando se utilizan conjuntamente en ambientes de trabajo reales, concretamente, en el sector de mantenimiento de superficies de embarcaciones.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Caracterización de nanopartículas en entornos reales de trabajo
Exposición resultados mediante diferentes técnicas
Generación y emisión de nanopartículas en procesos de desbastado y lijado

AUTORES / AUTHORS

Yolanda Martínez Laserna
Grupo de Investigación en Salud Laboral/ Universidad de les Illes Balears
yolanda.martinez@uib.es
Juan Francisco Expósito Rosell
HEMISPHERE COATING SERVICES SL (GLOBAL YACHTING GROUP)
juanexposito@gygroup.com
Maria de las Nieves Piña Capó
Departamento de Química/ Universidad de les Illes Balears
msl.gestio@uib.es
Pere M. Deyà Serra
Departamento de Química/ Universidad de les Illes Balears
pere.deya@uib.es

INTRODUCCIÓN

Las tareas de mantenimiento de las superficies de embarcaciones en la industria náutica constituyen una parte importante del trabajo que se desarrolla en el sector industrial de astilleros en las Islas Baleares (España). Particularmente, entre las tareas más importantes están las que tienen por objeto el acondicionamiento previo de las diferentes superficies para poder aplicar, posteriormente, los tratamientos adecuados. Esta preparación consiste principalmente en limpiar las superficies mediante técnicas abrasivas ya sean de arenado o chorreo con material abrasivo (*sandblasting*) o de lijado (*sanding*).

Todas las tareas de abrasión llevan consigo la formación potencial de aerosoles de materia particulada en cuya composición estarán representados tanto los componentes del material abrasivo utilizado en la tarea como los productos que constituyen las capas de material que van a ser desbastadas.

En las tareas de arenado, el material abrasivo será, principalmente, silicato de aluminio y, en algún caso puntual, arena de sílice u otro material, mientras que, en las tareas de lijado, el material abrasivo será el que se pueda desprender por desgaste de los diferentes tipos de discos utilizados en los dispositivos de lijado o pulido.

Por otra parte, el material que debe desbastarse, esta constituido por las diferentes capas de material que protegen y embellecen las superficies de las embarcaciones. Se tratará de capas de material con actividad biocida (*antifouling*), de imprimación y de pintura de acabado, junto con los diferentes tipos de masilla y resinas utilizadas para eliminar las imperfecciones de las superficies [1-4]

En este estudio, se va a analizar el tipo de información que se puede obtener, en función de las técnicas de muestreo utilizadas, con el objeto de caracterizar las diferentes fracciones de los aerosoles formados en las tareas de lijado [5] de las superficies de las embarcaciones, nos referimos principalmente a las fracciones respirable e inhalable. En este sentido se presentan los resultados obtenidos mediante mediciones con equipos portátiles de lectura directa (instrumentos que ofrecen información en tiempo real sobre las concentraciones de partículas en el aire con alta resolución de tiempo), así como con muestreadores (dispositivos que recogen partículas sobre un substrato, en este caso filtros, para su posterior análisis), éstos últimos dirigidos a la caracterización física y morfológica de las partículas constituyentes de los aerosoles. De los resultados se podrán deducir aspectos fundamentales que permitirán concluir qué mediciones serán comparables entre sí y cuáles presentarán diferencias significativas y, por lo tanto, no serán comparables puesto que no medirán lo mismo.

Objetivos

- Realizar mediciones mediante equipos portátiles de lectura directa fundamentados en la cuantificación de diferentes parámetros (número de partículas, área superficial, etc.) y equipos de medición indirecta que proporcionarán información gravimétrica y morfológica de los aerosoles generados.
- Realizar una serie de mediciones de las concentraciones en masa de las fracciones relacionadas con la salud (inhalable y respirable) de los aerosoles generados en operaciones de lijado de superficies de embarcaciones de recreo, incluyendo, además, la fracción nanométrica de los mencionados aerosoles en caso de que ésta sea significativa.
- Analizar qué mediciones son comparables entre sí y cuáles no en función de los parámetros evaluados y de las características de los muestreadores utilizados.

METODOLOGÍA

El estudio se ha llevado a cabo en un astillero de Palma de Mallorca (Islas Baleares, España) en el cual, por un periodo de 10 jornadas de trabajo, se han realizado mediciones durante el lijado de las superficies de 5 embarcaciones. El estudio se ha llevado a cabo en los escenarios reales típicos de este tipo de trabajos, que son, bajo carpa de plástico dotada de elementos de ventilación para tareas de desbastado de las capas de pintura de acabado, de imprimación y de masillas y resinas, y en el exterior y bajo malla mosquitera para las capas de antifouling.

Todos los instrumentos de medida y de muestreo que se describen más abajo, se situaron cerca de la zona de respiración del trabajador, a una distancia inferior de 1 m del foco de exposición – es lo que se viene llamando referencia cercana (*near reference*) [6]. El estudio se diseñó de manera que las muestras se tomaron simultáneamente con la idea de poder comparar los resultados [7]. Por otra parte, para facilitar la movilidad de los trabajadores las bombas de muestreo se colocaron sobre un soporte móvil y los captadores se fijaron a la altura de las vías respiratorias.

Se han utilizado dos equipos portátiles de medida directa que se describen a continuación junto con sus características y los parámetros que se han determinado con cada uno de ellos:

Equipo 1: DiSCmini Matter Aerosol (Diffusion Size Classifier "mini") [8]

Parámetros de medida: concentración de número de partículas (Np), diámetro medio de partícula (Dp), concentración de partículas depositada sobre la superficie pulmonar (LDSA: *Lung deposited Surface area*).

Fundamento: se ioniza el aire muestreado y los iones formados se unen a las partículas del aerosol. Las partículas así cargadas se recogen en el filtro de un electrómetro donde se mide la corriente eléctrica.

Tamaño de partícula: 10 – 700 nm

Intervalo de concentración de aerosoles: 10^3 – 10^6 partículas/cm^3.

Caudal de muestreo: 1 $L \cdot min^{-1}$.

Tiempo de resolución: 1 segundo.

Equipo 2: DustTrak™ DRX [9] Monitor de Aerosoles Modelo 8533

Parámetros de medida: concentraciones de aerosol correspondientes a fracciones de tamaño PM_1, $PM_{2.5}$, PM_{Resp}, PM_{10} y PM_{total}.

Fundamento: fotómetro láser de dispersión de luz

Tamaño de partícula: 100 – 15.000 nm

Intervalo de concentración de aerosoles: 0.001 – 150 $mg \cdot m^{-3}$

Caudal de muestreo 3 $L \cdot min^{-1}$

Tiempo de resolución: 1 segundo

Como equipos de medición indirecta (muestreadores) se han utilizado:

Equipo 3: Muestreador ciclón Higgins and Dewell de plástico conductor (Casella) con filtro de PVC de 37 mm de diámetro y 5 µm de tamaño de poro. Se ha utilizado con una bomba de muestreo personal a un flujo de aspiración de 2.0 $L \cdot min^{-1}$.

Equipo 4: Muestreador dual IOM Multidust [10, 11] (Institute of Occupational Medicine) de plástico antiestático dotado de un filtro de PVC de 25 mm y 5 µm de tamaño de poro. Se ha utilizado con una bomba de muestreo personal a un flujo de aspiración de 2.0 $L \cdot min^{-1}$.

Equipo 5: Impactador de Cascada SIOUTAS™ PCIS (SKC Inc.) [12] que recoge simultáneamente 5 fracciones de materia particulada: A (2.50-10.00 µm), B (1.00-2.50 µm), C (0.50-1.00 µm), D (0.25-0.50 µm) y Post-filtro PF (< 0,25 µm) con filtros de teflón-PTFE de 25 mm para las etapas A, B, C y D y filtro de PFTE de 37 mm para el post-filtro. Se ha utilizado con una bomba de aspiración de alto caudal Leland Legacy operando a un flujo de 9 $L \cdot min^{-3}$.

El análisis gravimétrico de las diferentes fracciones se llevó acabo utilizando "muestras blanco" para la corrección de resultados y acondicionamiento previo y posterior del filtro durante 24 h en cámara de humedad constante de acuerdo con las normas de los fabricantes.

Se han determinado todos los parámetros anteriores para cuatro tareas diferentes de lijado en función del material constituyente de la capa desbastada, a saber, pintura de acabado (AC), imprimación (IM), antifouling (AF) y masilla-resina (SR: Saneo Radial).

Para la caracterización morfológica de las muestras de aerosol se han utilizado imágenes de microscopia electrónica SEM (Scanning Electron Microscopy) obtenidas sobre los mismos filtros de PVC y TEM (Transmission Electron Microscopy) recogidas sobre rejillas de oro Quantifoil ® con agujeros de 1 µm y malla de 200 mesh con separación de 4 µm. Las rejillas se colocaron sobre filtros de PVC de 37 mm y 5 µm de tamaño de poro, sobre el muestreador ciclón. Caudal de muestreo: 2 $L \cdot min^{-1}$.

El análisis estadístico se realizó mediante el software de estadística SPSS (Versión 24.0 IBM Corp, Amonk, NY). Los estadísticos descriptivos utilizados para las diferentes fracciones de materia particulada son la media aritmética (AM) de las concentraciones por jornada y desviación estándar (SD). La comparación de las diferentes concentraciones registradas par a par mediante los diferentes sistemas de captación se llevó a cabo mediante el test t para dos muestras independientes. Los valores no significativos ($p > 0.05$) indican que las concentraciones no son estadísticamente diferentes. El contraste de normalidad para todos los pares de muestras se realizó mediante el test Shapiro-Wilk. El uso de pruebas no paramétricas en los supuestos en los que no se cumple la prueba de normalidad se realizó mediante el test U de Mann-Whitney, con un nivel de significación $p < 0.05$.

Las partículas generadas en el proceso son estadísticamente significativas si la concentración media de las partículas en el aire en el lugar de trabajo es mayor que tres veces la desviación estándar de la concentración [13] del fondo. Es decir, si se cumple que el número de partículas (Np) dividido por la desviación estándar de la concentración de fondo (σ_{BG}) es superior a 1:

$Np/ 3s_{BG} > 1$

RESULTADOS

El diseño del estudio realizado durante las 10 jornadas de medición se resume en la Tabla 1. Todas las muestras y mediciones se realizaron simultáneamente a efectos de poder realizar las comparaciones pertinentes.

Los huecos de la tabla corresponden a experimentos fallidos que han tenido que eliminarse ya sea porque se produjo la saturación del filtro o porque se detectó la rotura del mismo o porque hubo un funcionamiento defectuoso del equipo de medida directa.

Tabla 1. Diseño del estudio.

Número de muestras personales (**N**), captadores y equipos utilizados y recogida de filtros para análisis TEM, por jornada de trabajo.

TAREA	JORNADA	N IOM FI[1]	N IOM FR[2]	N CYC[3]	N Sioutas™ [4]	DustTrak	DiSCMini	N TEM[5]
AC	#1	5	5	4	---	DT1[6]	DM1[7]	---
	#2	5	5	5	2	DT2	DM2	2
	#3	2	2	2	2	---	DM3	---
IM	#4	4	4	5	1	DT3	DM4	1
	#5	3	3	3	1	DT4	DM5	1
	#6	2	1	2	2	---	DM6	
AF	#7	5	5	5	1	DT5	DM7	1
	#8	---	---	---	1	DT6	DM8	4
	#9	4	4	4	1	DT7	DM9	1
SR	#10	5	5	5	2	DT8	DM10	
TOTAL	10	35	34	35	13	8	10	10

1. Fracción inhalable determinada mediante el captador IOM Multidust.
2. Fracción respirable determinada mediante el captador IOM Multidust.
3. Fracción respirable determinada mediante el captador ciclón Higgins-Dewell.
4. Mediciones realizadas con el captador Sioutas™ PCIs
5. Muestreos complementarios para recogida de muestra para análisis TEM.
6. Referencia para la medición de la jornada 1 realizada con el equipo DustTrak DRX
7. Referencia para la medición de la jornada 1 realizada con el equipo DiSCMini Matter Aerosol

La Tabla 2 recoge los valores de diferentes parámetros (Np, Dp y LDSA) determinados mediante el equipo DiSCMini durante las 10 jornadas de trabajo estudiadas, distribuidas en 3 jornadas de tareas de acabado (AC), 3 jornadas más de tareas de imprimación (IM), 3 de antifouling (AF) y 1 de masilla-resina (SR). Se trata, en todos los casos, de valores promedio por jornada de trabajo. Se muestran los valores obtenidos correspondientes a la zona cercana a la de respiración del trabajador, así como los valores determinados antes del inicio de las tareas, que se han considerado como valores de fondo y que podrían definirse como valores ambientales con contribución de aerosoles producidos en zonas cercanas, aunque externas, al lugar de trabajo objeto de este estudio.

Tabla 2. Resultados de las mediciones realizadas con el equipo DiSCMini Matter Aerosol.

Valores promedio y desviación estándar (± σ) de la concentración de número de partículas (**Np**), diámetro medio de partículas (**Dp**) y concentración de partículas depositada sobre la superficie del pulmón (**LDSA**). Resultados por jornada de trabajo determinados en la zona de respiración del trabajador y valores de fondo determinados antes del inicio de las tareas.

		Zona de respiración del trabajador			Valores de fondo		
TAREA	**JORNADA**	**Np** (Partículas·cm^{-3})	**Dp** (nm)	**LDSA** (μm^2·cm^{-3})	**Np** (Partículas·cm^{-3})	**Dp** (nm)	**LDSA** (μm^2·cm^{-3})
AC	#1	$1.8 \times 10^5 \pm 5.3 \times 10^4$	29.5 ± 3	280.8 ± 62	$2.1 \times 10^4 \pm 4.7 \times 10^3$	35.1 ± 1.1	38.8 ± 8.7
	#2	$5.8 \times 10^5 \pm 3.4 \times 10^4$	23.6 ± 2.6	696.8 ± 292.8	$5.6 \times 10^4 \pm 1.2 \times 10^4$	46.1 ± 3.4	13.9 ± 2.2
	#3	$5.9 \times 10^5 \pm 3.4 \times 10^5$	23.5 ± 2.6	702.6 ± 292.8	$1.6 \times 10^5 \pm 6.9 \times 10^4$	30.0 ± 4.8	226.3 ± 54.0
IM	#4	$6.0 \times 10^6 \pm 4.4 \times 10^6$	7.9 ± 1.7	2155.2 ± 1393.0	$2.1 \times 10^4 \pm 7.0 \times 10^4$	50.4 ± 1.3	193.3 ± 15.9
	#5	$1.0 \times 10^6 \pm 1.7 \times 10^6$	13.1 ± 2.7	542.6 ± 790.5	$1.4 \times 10^5 \pm 6.8 \times 10^4$	35.9 ± 2.7	26.2 ± 12.3
	#6	$1.5 \times 10^6 \pm 9.7 \times 10^5$	$19.1 \pm 3,2$	$1190.1 \pm 592,6$	$2.1 \times 10^4 \pm 6.1 \times 10^3$	42.7 ± 12.6	47.2 ± 12.6
AF	#7	$4.9 \times 10^5 \pm 7.2 \times 10^5$	20.2 ± 7.1	370.4 ± 447.2	$2.1 \times 10^4 \pm 9.2 \times 10^3$	37.6 ± 3.3	211.5 ± 52.0
	#8	$2.3 \times 10^5 \pm 3.9 \times 10^5$	30.6 ± 4.6	1377.0 ± 559.2	$2.3 \times 10^4 \pm 3.8 \times 10^3$	35.2 ± 2.0	44.1 ± 7.2
	#9	$4.7 \times 10^5 \pm 8.2 \times 10^5$	17.7 ± 5.7	319.0 ± 518.8	$1.8 \times 10^4 \pm 7.2 \times 10^3$	29.5 ± 2.6	28.5 ± 13.3
SR	#10	$9.7 \times 10^5 \pm 2.0 \times 10^5$	23.7 ± 6.3	923.9 ± 2011.7	$7.2 \times 10^4 \pm 8.5 \times 10^3$	33.1 ± 1.2	127.9 ± 15.3

Los valores de Np obtenidos durante las diferentes tareas son, en todos los casos, al menos un orden de magnitud superior a los valores de fondo. De forma general, los diámetros medios de las partículas (Dp) generadas por el proceso de lijado, son menores que los de las partículas de fondo, que podríamos considerar como partículas ambientales (p.e. polen). Como resultado de la combinación de los dos parámetros anteriores, la superficie pulmonar afectada por la deposición de partículas generadas (LDSA) es muy superior a la debida a las partículas de fondo.

Los valores presentados en la tabla muestran una gran variabilidad entre jornadas tanto en las mediciones cerca del trabajador como en las de fondo. La variabilidad es una característica en los estudios llevados a cabo en escenarios reales y siempre hay que contar con ella.

La tarea de imprimación (IM) es la que mayor número de partículas (Np) produce, resultando un orden de magnitud superior a las demás tareas. Además, las partículas generadas en esta tarea son de menor tamaño (Dp) que las producidas en los demás procesos de lijado. Como resultado de todo ello, los valores de LDSA para la tarea IM son, de forma general, los más elevados.

La Tabla 3 muestra los valores obtenidos con el equipo DustTrak correspondientes a los valores promedio por jornada de las diferentes fracciones másicas de aerosol generado en las operaciones estudiadas. El equipo determina diferentes fracciones másicas del aerosol segregadas por tamaño (PM_1, $PM_{2.5}$, PM_{10}) definidas de acuerdo con la norma ISO 23210:2009 así como una fracción denominada PM_{TOTAL} que incluye partículas de hasta 15μm de diámetro aerodinámico y, además, determina una fracción PM_{RESP} (fracción respirable) definida de acuerdo con el criterio de la ACGIH [14].

Tabla 3. Datos experimentales DustTrak™.

Concentraciones medias de las fracciones en masa de materia particulada PM_{TOTAL}, PM_{10}, PM_{RESP}, $PM_{2.5}$ y PM_1. Resultados[1] determinados en la zona de respiración del trabajador durante las tareas de lijado de acabado (AM), imprimación (IM), antifouling (AF) y masilla-resina (SR). Caudal de muestreo: 3 $L \cdot min^{-1}$. Tiempo de resolución: 1 segundo.

TAREA	JORNADA	PM_{TOTAL} ($mg\ m^{-3}$)	PM_{10} ($mg\ m^{-3}$)	PM_{RESP} ($mg\ m^{-3}$)	$PM_{2.5}$ ($mg\ m^{-3}$)	PM_1 ($mg\ m^{-3}$)
AC	#1	12.2	6.6	4.9	4.6	4.5
	#2	24.0	12.2	6.4	5.9	5.8
	#3	---[2]	---	---	---	---
IM	#4	22.9	13.7	7.6	6.9	6.7
	#5	43.4	23.6	13.1	12.2	12.0
	#6	---	---	---	---	---
AF	#7	7.9	5.7	3.8	3.4	3.2
	#8	6.0	5.1	3.6	3.0	2.8
	#9	5.2	3.7	2.4	2.1	2.1
SR	#10	11.8	8.1	5.4	5.2	5.0

1. Los resultados tienen la corrección por "muestras blanco": Blanco en el interior de la carpa para las tareas de imprimación, acabado y saneo radial antes del inicio de las tareas y blanco en el exterior bajo malla mosquitera para la tarea de antifouling previo inicio actividad.
2. Mediciones eliminadas por mal funcionamiento del equipo de medida.

En general, los valores de concentración de las diferentes fracciones másicas correspondientes a las tareas IM resultan ser ligeramente mayores que para las demás tareas siguiéndole las tareas AC, SR y AF, por este orden.

Atendiendo a las definiciones de las diferentes fracciones, de los valores obtenidos se puede deducir que la fracción PM_1 representa entre un 24 y un 47% del total de partículas del aerosol. Este aspecto es importante porque en esta fracción se deben encontrar, en caso de existir, las nanopartículas.

La Tabla 4 muestra los valores de concentración media por jornada determinados mediante los equipos 3 y 4, es decir, captadores Ciclón e IOM Multidust. Los valores obtenidos con el ciclón corresponden a la fracción respirable del aerosol muestreado (CYC). El captador dual IOM Multidust permite determinar simultáneamente las fracciones inhalable (IOM FI) y respirable (IOM FR) del aerosol.

Tabla 4. Captadores personales.

Concentraciones medias de diferentes fracciones por jornada (mg m^{-3}) determinadas en la zona de respiración del trabajador. Desviaciones estándar entre paréntesis.

TAREA	JORNADA	Número de muestras (N) determinadas por fracción					
		N	IOM FI	N	IOM FR	N	CYC
AC	#1	5	38.6 (4.2)	5	8.6 (2.8)	4	3.3 (0.3)
	#2	5	32.5 (13.8)	5	7.5 (1.9)	5	4.8 (4.2)
	#3	2	16.4 (0.7)	2	6.7 (1.4)	2	1.6 (0.3)
IM	#4	4	69.5 (28.3)	4	13.1 (1.2)	5	4.5 (0.4)
	#5	3	119.5 (12.4)	3	15.4 (3.8)	3	4.9 (1.4)
	#6	2	113.2 (67.5)	1	17.3	2	6.5 (3.7)
AF	#7	5	111.5 (51.9)	5	24.1 (13.5)	5	4.9 (1.1)
	#8	---[1]	---	---	---	---	---
	#9	4	238.4 (78.2)	4	66.3 (25.1)	4	6.0 (1.0)
SR	#10	5	114.5 (72.2)	5	21.5 (7.7)	5	4.5 (2.4)
TOTAL	10	35	95.3 (76.0)	34	20.7 (20.3)	35	4.6 (2.2)

1. Mediciones eliminadas por saturación del filtro o por rotura del mismo.

La variabilidad de los resultados correspondientes a jornadas diferentes también queda de manifiesto en esta tabla.

En general se observa que los valores de concentración IOM FI son más elevados que los IOM FR para todas las tareas y, también, que los valores IOM FR son muy superiores a los CYC y presentan desviaciones estándar más elevadas. Los valores CYC parece que no dependen de la tarea, mientras que los valores IOM FR son significativamente distintos según la tarea estudiada y lo mismo ocurre para los valores IOM FI.

Los valores de concentración promedio por jornada obtenidos mediante el captador Sioutas™ se muestran en la Tabla 5. Se observa que, en general, si bien la fracción más importante es la correspondiente a las partículas más grandes (fracción A: 10 – 2.5 µm) la fracción de partículas menores de 0.25 µm es significativa para todas las tareas, en concordancia con los resultados del DustTrak para la fracción PM_1 (Tabla 3), confirmando la presencia de material nanométrico generado durante las tareas de lijado objeto de este estudio.

Tabla 5. Resultados de las mediciones realizadas con el equipo Sioutas™ PCIS, Skc Inc.

Concentraciones medias por jornada (mg m^{-3}) de las diferentes fracciones segregadas por tamaño de partícula (A, B, C, D y PF), determinadas en la zona de respiración del trabajador. **N**: número de muestras personales utilizadas en la determinación.

Tarea	JORNADA	N	Concentración (mg m^{-3}) por tamaño partícula				
			A	B	C	D	PF
			10 µm-2.5µm	2.5 µm-1.0 µm	1.0 µm-0.5µm	0.5 µm-0.25µm	< 0.25 µm
AC	#1	---[1]	---	---	---	---	---
	#2	2	1.6	1.4	1.1	1.2	1.8
	#3	2	1.4	2.6	2.2	0.3	0.9
IM	#4	1	5.4	1.8	1.1	1.0	1.1
	#5	1	8.3	2.4	2.3	1.3	2.2
	#6	2	2.9	0.9	0.2	0.4	0.5
AF	#7	1	2.2	1.4	0.8	1.6	1.3
	#8	1	8.1	3.5	1.9	1.2	--
	#9	1	1.8	1.1	0.5	0.2	0.7
SR	#10	2	3.6	1.6	0.6	0.4	0.6

1. Mediciones eliminadas por saturación del filtro.

Se ha comprobado estadísticamente que todas las distribuciones de concentraciones registradas y descritas en este apartado se ajustan a una distribución normal (test Shapiro-Wilk, n < 50), excepto los resultados obtenidos para el captador IOM FR.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

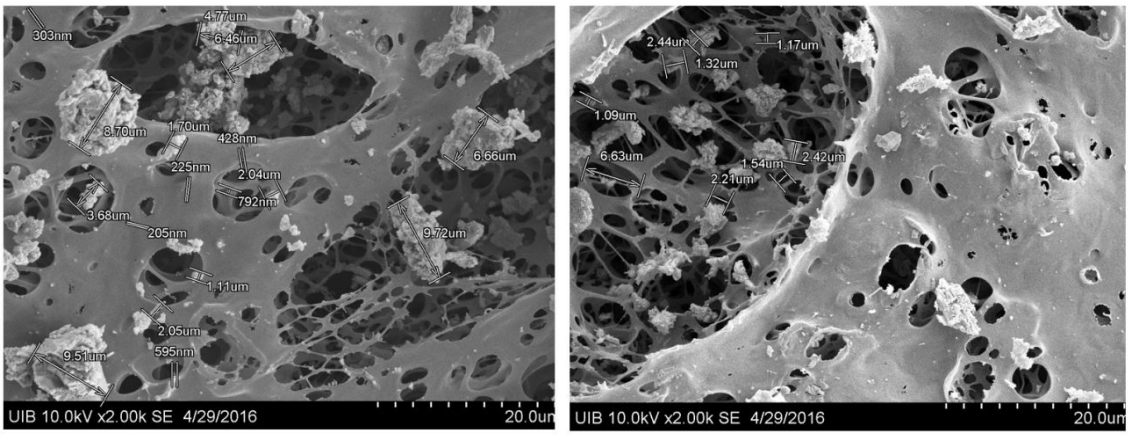
Inicialmente, entre los valores de concentración determinados, algunos debieran ser comparables directamente puesto que teóricamente miden la fracción respirable del aerosol definida de acuerdo con el mismo criterio. Este es el caso de las concentraciones medias por jornada PM_{RESP} (DustTrak, Tabla 3), IOM FR y CYC (Tabla 4) para las que se ha realizado la comparación estadística, tomadas dos a dos.

La aplicación del test t indica que las concentraciones obtenidas para PM_{RESP} del DustTrak (AM=5.9 mg/m^3, SD = 3.4) y las concentraciones medias por jornada obtenidas para el CYC (AM=4.4 mg/m^3, SD = 1.5) no presentan diferencias estadísticamente significativas (p= 0.237, n=17). Mientras que las concentraciones obtenidas para la PM_{RESP} (DustTrak) y CYC se ajustan a una distribución normal, no ocurre lo mismo con las concentraciones registradas mediante IOM FR, en este caso, es necesario una prueba no paramétrica usando el test U de Mann-Whitney. El análisis mediante el programa SPSS confirma que existen diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones PM_{RESP} (DustTrak) y IOM FR (AM=18.6 mg/m^3, SD = 18.7) y también entre IOM FR y CYC con un nivel de significación p=0.001 y p =0.002 respectivamente.

Además, los valores de concentración que proporciona el captador IOM Multidust para la fracción respirable (IOM FR, Tabla 4) son mayores que los del ciclón (CYC, Tabla 4), por lo que el comportamiento del captador IOM en las condiciones reales del trabajo aquí estudiado (dirección y velocidad del aire, existencia de partículas grandes, …) cabe suponer que es menos eficaz que si la determinación se realiza en condiciones controladas de laboratorio.

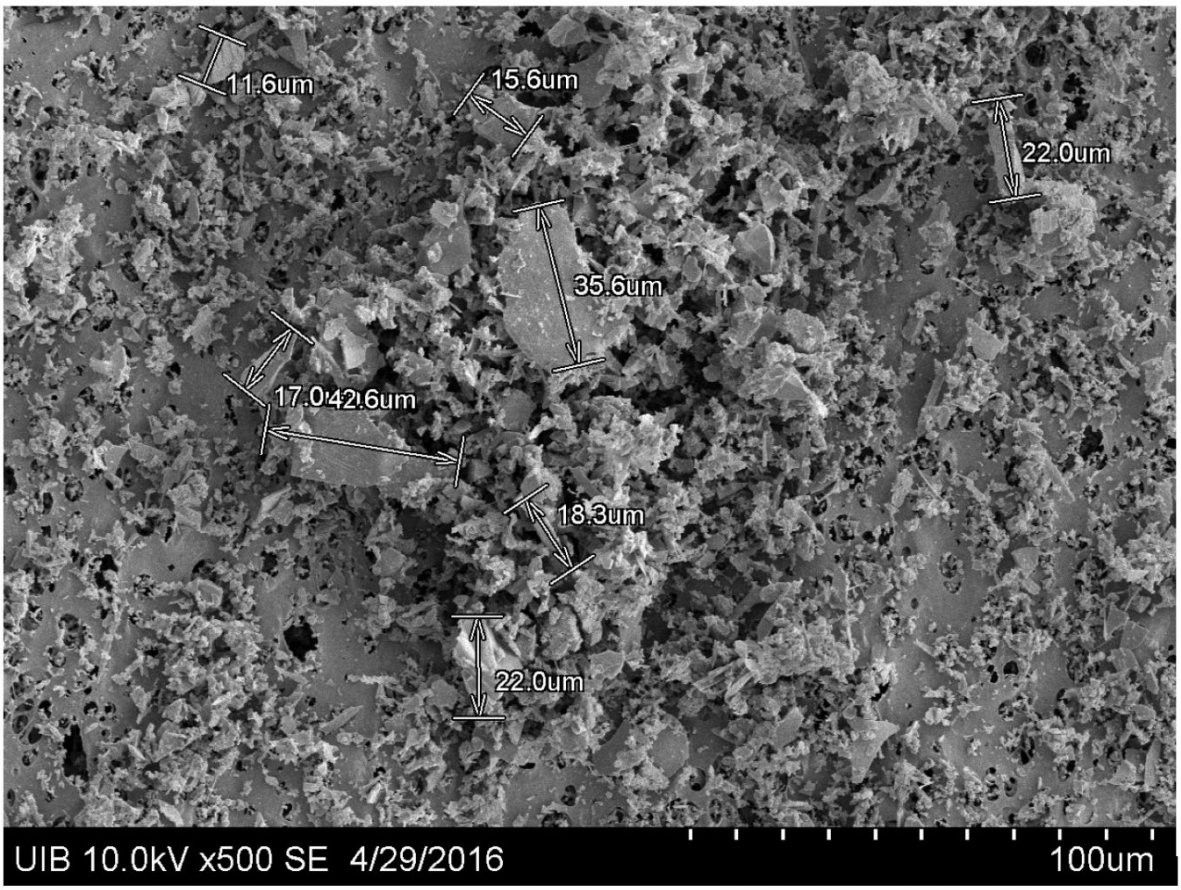
Estos resultados indican que el muestreador IOM Multidust no es apropiado para este estudio [15, 16] dadas las condiciones experimentales en las que se lleva a cabo.

Imagen 1. Imágenes SEM de filtros IOM FI. a) y b) detalle de dos fracciones aleatorias de filtros de diferentes jornadas de lijado de imprimación.



Además, tal como se observa en las imágenes 1 (imágenes SEM de 2 fracciones aleatorias de filtros diferentes de PVC de 25 mm, lijado de imprimación), los impactos de las partículas que ingresan en el captador con trayectoria perpendicular al mismo, pueden provocar la rotura del filtro y acumularse en el fondo del muestreador. Finalmente, debido al tamaño del orificio de entrada que presenta el IOM (15 mm de diámetro), pueden penetrar partículas realmente grandes – superiores incluso a 100 µm – o facilitar la deposición pasiva de partículas. Todo ello tiene como resultado la sobrevaloración de la concentración másica del aerosol [17] tal como se observa en los valores incluidos en la Tabla 4.

Imagen 2. Partículas de gran tamaño depositadas sobre IOM IF en lijado de imprimación.



La imagen 2 corresponde a una fracción aleatoria de un filtro recogido con el captador IOM Multidust, donde se observan partículas de gran tamaño. Las partículas recogidas presentan una morfología irregular.

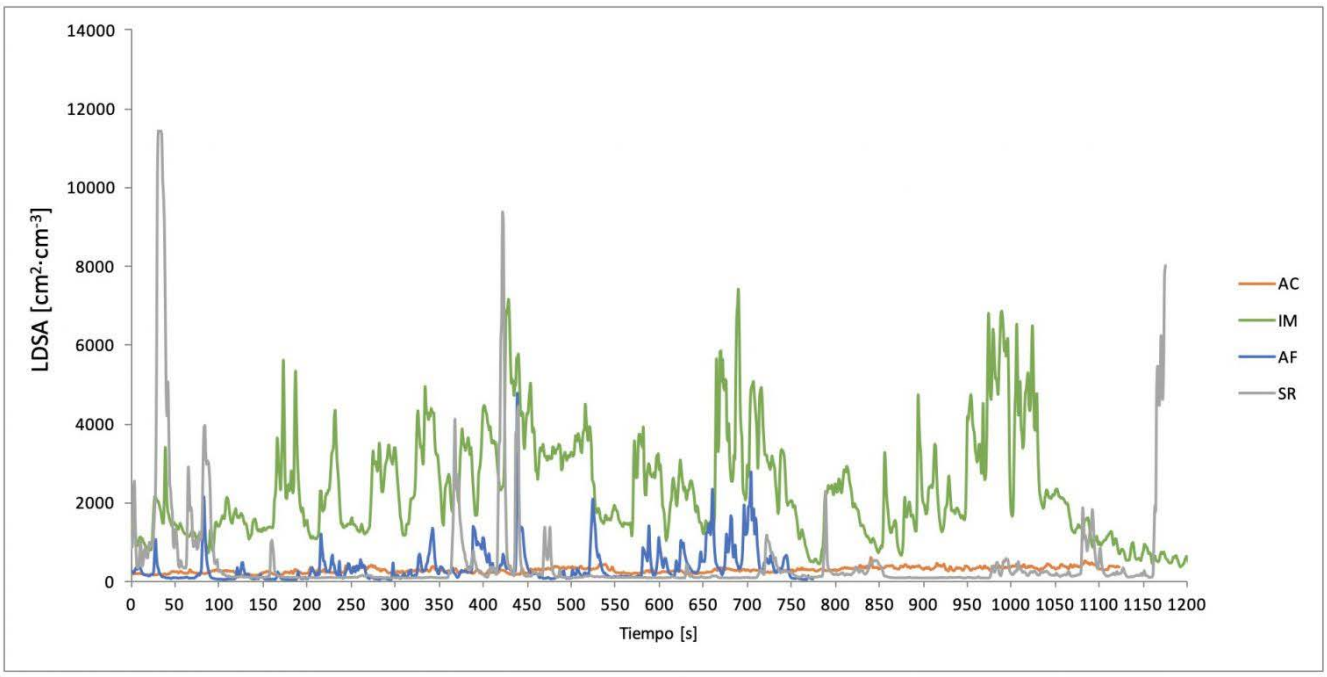
Análogamente se han comparado los resultados obtenidos mediante el equipo de medida directa DustTrak (Tabla 3) y algunas combinaciones de fracciones determinadas por el impactador Sioutas (Tabla 5). Para el estudio estadístico se han comparado tres series de valores de la siguiente forma: PM_1 con la suma de fracciones C + D + PF, $PM_{2.5}$ con la suma de fracciones B + C + D + PF y PM_{TOTAL} con la suma de todas las fracciones de SIOUTAS (A + B + C + D + PF).

La ejecución del test t sobre pares de valores indica que la suma de fracciones C + D + PF del captador Sioutas (AM = 3.1 $mg \cdot m^{-3}$, SD = 1.5) y la fracción PM_1 del DustTrak (AM = 5.3 $mg \cdot m^{-3}$, SD = 3.1) no miden concentraciones diferentes (p = 0.078, n = 17). De forma similar ocurre con las otras dos comparaciones: es el caso de la suma de las fracciones B + C + D + PF del captador SIOUTAS (AM = 4.9 $mg \cdot m^{-3}$, SD = 2.0) y las de la fracción $PM_{2.5}$ del monitor DustTrak (AM = 5.4 $mg \cdot m^{-3}$, SD = 3.2), donde los resultados indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones registradas (p = 0.702, n = 17) y el caso de la suma de todas las fracciones del SIOUTAS (AM = 8.8 $mg \cdot m^{-3}$, SD = 4.2) y PM_{TOTAL} (AM = 16.7 $mg \cdot m^{-3}$, SD = 12.9) donde también se confirma que los dos captadores no miden concentraciones diferentes (p = 0,105, n = 17).

Por otra parte, los valores obtenidos mediante el impactador SIOUTAS para la fracción de partículas menores de 0.25 µm, y también los valores de la fracción PM_1 determinada mediante el equipo DustTrak, no son despreciables, por lo que se puede deducir que muy probablemente existe una fracción nanométrica significativa que merece ser estudiada, principalmente por los efectos adversos que puede causar sobre la salud de los trabajadores.

El estudio de los aerosoles formados mediante el equipo DiSCMini, revela que, efectivamente, existe una fracción de partículas en los aerosoles de lijado para las que, al menos una de sus dimensiones, es inferior a 100 nm según se deduce de los diámetros de partícula (Dp) encontrados (Tabla 2). Independientemente de la composición química de este tipo de nanopartículas generadas, únicamente por ser de este tamaño, las nanopartículas son capaces de depositarse en la superficie pulmonar y causar efectos nocivos. El DiSCMini determina un parámetro que mide la superficie de interacción entre las partículas y el pulmón: el LDSA (*Lung Deposited Surface Area concentration*). Este parámetro se considera como una métrica relevante para los efectos adversos para la salud que pueden causar las partículas de los aerosoles [18].

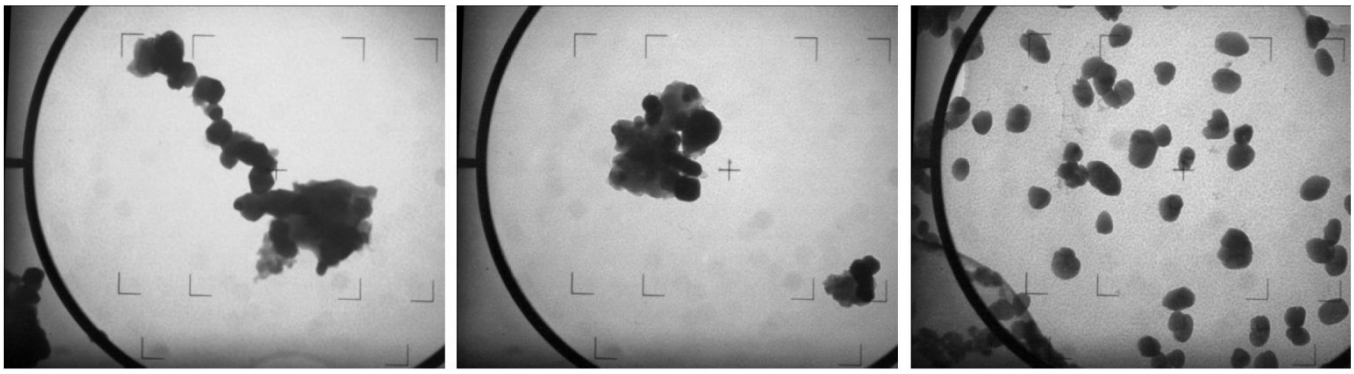
Imagen 3. Serie de tiempo de la concentración LDSA (cm2·cm-3) generada en la zona de respiración del trabajador. Datos procedentes de las jornadas #1 (**AC**), #4 (**IM**), # 7 (**AF**) y # 10 (**SR**).



La imagen 3 muestra la serie de tiempo de la concentración LDSA obtenida a partir de mediciones en continuo con el monitor DiSCMini en la que se observa la variación del parámetro LDSA en 4 jornadas de trabajo diferentes.

Los valores medios de LDSA más elevados se obtienen para la tarea de lijado de las capas de imprimación (IM), siguiéndole las de antifouling (AF), las de masilla-resina (SR) y finalmente las de acabado (AC) por este orden. A su vez, los valores del diámetro medio de las partículas (Dp) siguen el orden inverso al anterior, es decir, los valores más bajos corresponden a IM y los más altos a AF y SR.

Imagen 4. Imágenes TEM de nanopartículas en tareas de lijado durante: a) Lijado de antifouling en exterior; b) lijado de imprimación en carpa interior; c) lijado de acabado en carpa interior.



Las imágenes TEM de las rejillas recogidas para lijado de antifouling, imprimación y acabado confirman la presencia de nanopartículas irregulares con Dp < 30 µm. se evidencia la formación de agregados constituidos por partículas pequeñas en tareas de AF y IM y nanopartículas dispersas en AC.

Aunque los mecanismos mediante los cuales las nanopartículas afectan la salud del trabajador no han sido descritos con total claridad, parece que existe cierto consenso en que las partículas más pequeñas resultan ser más tóxicas que las partículas grandes, lo que se podría explicar porque la superficie específica de las partículas pequeñas es mayor que para las partículas grandes y es precisamente en la superficie de la partícula donde se produce la interacción potencialmente nociva (química superficial). Esta interacción puede producirse tanto debido a la propia composición química de las nanopartículas como a toxinas u otros compuestos químicos que pueden estar adsorbidos en su superficie. De todo ello surge la opinión de que el parámetro LDSA sea la métrica más relevante para cuantificar la exposición a material nanométrico.

Con todo ello, los resultados obtenidos definen la tarea de desbastado de las capas de imprimación (IM) como la de mayor riesgo de efectos adversos de naturaleza pulmonar para el trabajador.

CONCLUSIONES

Mientras que el captador IOM Mutildust, como consecuencia de su diseño, sobrevalora las muestras obtenidas para la fracción respirable del aerosol (IOM FR) y, por lo tanto, no es estadísticamente comparable con otros dispositivos, el ciclón Dewell-Higgins utilizado en este estudio si proporciona valores de esta fracción (CYC) que son estadísticamente comparables con los valores determinados mediante el equipo de lectura directa DustTrak (PM_{RESP}).

Dos razones apoyan la conclusión anterior. Primero, que debido a al tamaño del orificio de entrada del captador IOM, éste es capaz de captar partículas grandes que sobrevaloran la medición y, segundo, las trayectorias de entrada de partículas perpendiculares al captador, dependiendo de la velocidad de la partícula, pueden causar roturas de filtro con lo que se acumula materia particulada en el fondo del captador. Este segundo aspecto también contribuye a la sobrevaloración de los valores de concentración determinadas con este captador.

De las tareas estudiadas, el desbastado mediante lijado de las capas de imprimación (IM) es la tarea que presenta un riesgo higiénico mayor de provocar efectos adversos para la salud del trabajador. Esta conclusión viene apoyada por los valores del parámetro LDSA (*Lung deposited Surface área*) determinados por el equipo DiSCMini para esta tarea. El parámetro LDSA es aceptado generalmente como uno de los más adecuados para calificar el riesgo de la interacción con el sistema pulmonar únicamente debido al tamaño de las partículas y sin contemplar la composición química de la materia particulada en cuestión. Este tipo de información debe ser adecuadamente notificada al trabajador junto con las medidas de control que necesariamente debe adoptar para que el riesgo no se manifieste.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Conselleria de Treball, Comerç i Indústria (Direcció General de Treball, Economia Social i Salut Laboral) por su apoyo económico (acción especial AAEE39/2014 y AAEE39/2015) y a las empresas referentes del sector por el acceso a sus instalaciones. Finalmente, tambien agracedemos a IDAEA-CSIC por la cesión de equipos de medición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Alexander W.K., Carpenter R.L., and Kimmel E.C. (1999). Breathing zone particle size and lead concentration from sanding operations to remove lead-based paints.*Drug Chem. Toxicol*, *22(1):* 41-56.

[2] Chambers L.D., Stokes K.R, Walsh F.C., et al. (2006). Modern approaches to marine antifouling coatings. *Surf. Coat. Technol*, *201*: 3642–3652.

[3] Almeida E., Diamantino T.C, and O. de Sousa (2007). Marine paints: The particular case of antifouling paints. *Prog. Org. Coat*, *59*: 2-20.

[4] Turner, A. (2010) Marine pollution from antifouling paint particles. *Mar. Pollut. Bull*, *60*: 159-171.

[5] Gómez V., Levin M., Saber A.T. et al. (2014). Comparison of dust release fromepoxy and paint nanocomposites and conventional products during sanding and sawing.*Ann. Occup. Hyg*, *58(8):* 983-994.

[6] Viana M., Rivas I., Reche C., et al. (2015). Field comparison of portable and stationary instruments for outdoor urban air exposure assesments. *Atm. Environ,* 123: 220-228 (2015).

[7] US-EPA (2013). DRAFT Roadmap for Next Generation Air Monitoring. U. S. Environmental Protection Agency. March 2013; DRAFT 3/8/13.

[8] Fierz M., Houle C., Steigmeier P., et al. (2011). Design, calibration and field performance of a miniature difussion size classifier. *Aerosol Sci. Tecnhol*, 45: 1-10.

[9] TSI Incorporated: Model 8533 DustTrak™ DRX Aerosol Monitor. Operation and Service Manual. Revision January 2017. TSI Incorporated, 500 Cardigan Road, Shoreview, MN 55126, USA.

[10] Mark D., and Vincent J.H. (1986). A new personal sampler for airborne total dust in workplaces. *Ann. Occup. Hyg, 30(1):* 89-102.

[11] Kenny L.K., Chung, Dilworth M., Hammond C., et al. (2001). Applications of Low-Cost, Dual-Fraction Dust Samplers. *Ann. Occup. Hyg, 45(1)*: 35-42.

[12] Misra C., Singh M., Shen S., Sioutas C., and Peter M.H. (2002). Development and evaluation of a personal cascade impactor sampler (PCIS). *J. Aerosol Sci, 33*:1027-1047.

[13] Asbach C., Kuhlbusch T., Kaminski H., el al. (2012). NanoCEM standard operation procedures for assessing exposure to nanomaterials, following a tiered approach.

[14] American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH). (2005). TLVs and BEIs: Based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati, OH: ACGIH.

[15] Lee T., Harper M., Slaven JE., Lee K., Rando R.J., and Maples E.H. (2011). Wood Dust Sampling: Field Evaluation of Personal Samplers When Large Particles Are Present. Ann. Occup. Hyg., 55(2): 180-191.

[16] Aitken R.J., and R. Donaldson. (1996). Large particle and wall deposition effects in inhalable samplers. *HSE contract research report No. 117/1996.* Sudbury, Duffolk, Uk: Health and Safety Executive Books.

[17] Marti A. Evaluación de la exposición laboral a aerosoles: el muestreador personal IOM para la fracción inhalable. INSHT. Nota técnica de prevención. NTP 814.

[18] Kuuluvainen H., Rönkkö T., Järvinen A., Saari S., Karjalainen P.,Lähde T., PirjolaL.,Niemi J.V., Hillamo R., Keskinen J. (2016). Lung depositated surface area distributions of particulate matter in different urban areas. Atmospheric Environment, 136, 105-113.

Alternativa de Medición del Ruido Ocupacional a través de Apps de Teléfonos Inteligentes: Una comparativa técnica

RESUMEN / ABSTRACT

El equipo utilizado para la medición de nivel de ruido es el sonómetro. No obstante, en la actualidad el desarrollo de las nuevas tecnologías ofrece otras alternativas como pudiesen ser algunas Apps de los teléfonos inteligentes. En ese sentido, tales App equivalen a un recurso de mucho menor costo y que prácticamente puede ser un valor añadido para toda aquella persona que posea uno de estos teléfonos inteligentes. En este artículo, basado en un estudio realizado experimentalmente en una empresa de artes gráficas, ubicada en Bucaramanga, permitió comprobar la posibilidad de disponer de un método exacto y preciso para medir sonido. Se realizó así un experimento, basado en la revisión de apps disponibles en las tiendas digitales (Google Play Store y App Store Apple), y se seleccionaron las apps que aplicaran a las versiones de los celulares seleccionados (Motorola Moto X, Samsung A5 y Iphone 6). Los resultados de la medición de sonidos obtenidos con teléfonos inteligentes que usa tales Apps para cuantificar sonido, fueron comparados con la medición de sonido realizada con sonómetro para estos fines de diagnóstico de ruido. De hecho, las aplicaciones utilizadas en el experimento fueron Sound Meter Pro, Sonómetro, Sound Meter, Db meter y Db Sound meter. Así que, se analizó precisión y exactitud. Aun cuando la tecnología actual en los teléfonos inteligentes, ofrece una serie de aplicaciones asociadas que aunque no son comparables aún con equipos de medición calibrados y los resultados que pueden ofrecer serán aproximados, quizás como para este caso experimental, los resultados pueden ser útiles para obtener una primera valoración y aproximación a los valores reales.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Innovación, pertinencia de las apps en higiene industrial.
Gestión de actividad preventiva.
Aplicación de la tecnología en el mejoramiento de ambientes de trabajo.

AUTORES / AUTHORS

ERIKA PATRICIA RAMIREZ OLIVEROS
UNIMINUTO - UNADE
ramirezerikap@gmail.com
Richard de Jesús Gil Herrera
UNADE
richard.dejesus@unade.net

INTRODUCCIÓN

Las mediciones higiénicas en el sitio de trabajo tienen como finalidad establecer parámetros de exposición en el medio ambiente de trabajo tales como iluminación, ruido, temperatura, entre otros, a fin de establecer medidas de control que reduzcan o eliminen el riesgo. Es importante resaltar que uno de los principios de la metrología es la exactitud y la precisión, en este sentido una empresa debe garantizar que sus procesos de medición incluyan la utilización de instrumentos calibrados tal como lo contempla la norma técnica ISO 10012. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2003)

Los medidores de nivel de sonido (SLM) son instrumentos utilizados para medir los niveles de presión de sonido (SPL) de varios dispositivos que generan sonido en diversos ambientes. (Fava, Oliveira, Baglione, Pimpinella, & Spitzer, 2016, págs. 14–28) El equipo utilizado por excelencia para la medición de ruido es el sonómetro (Sexto, 2007). No obstante, en la actualidad el desarrollo de las nuevas tecnologías ofrece otras alternativas con las apps de los teléfonos inteligentes.

Para el caso particular del sonómetro existe una aplicación que se conoce como Sound meter, que utilizan los sensores y el hardware de los mismos, desarrollados para otros fines, para procesar la información captada y ofrecer resultados cuantitativos las cuales suponen un recurso adicional para la realización de mediciones en el ámbito ocupacional, recurso de mucho menor costo y que prácticamente puede ser un valor añadido para toda aquella persona que posea uno de estos teléfonos inteligentes. La repercusión a nivel de empresa puede ser muy grande en el control de estas condiciones de trabajo.

Según, Kardous (Kardous & Shaw, 2015, págs. 10–13) a finales de 2013, la propiedad de teléfonos inteligentes en el mercado de los Estados Unidos había alcanzado más del 67% de todos los suscriptores móviles, o más de 140 millones de dispositivos. De acuerdo a un informe presentado por la revista Semana (2015), en Colombia, al cierre del año 2014 Asomóvil, que es la empresa que reúne a todas las compañías de telefonía móvil del país, reportó que tenía 25.785.262 usuarios de internet móvil, es decir, más de la mitad de los colombianos estarían usando un dispositivo inteligente Estos dispositivos inteligentes son aquellos en los cuales se pueden disponer de las apps, lo cual las convierte en una herramienta ágil y de fácil alcance para cualquier persona interesada en realizar una medición. Sin embargo, existe desconocimiento de la exactitud y precisión de las mediciones realizadas con dichas aplicaciones, lo cual deja sin conocer la validez de los datos obtenidos impidiendo desarrollar planes de acción técnicamente sustentados en mediciones fiables y orientadas a mejorar la calidad de los entornos de trabajo.

Diversos estudios se han escrito sobre el ruido, (Calle & Alfonzo., 2016) señala la necesidad de medir ruido para contrastar con los valores límite permisibles. (Escorcia & Abdón Donaldo, 2016) realizó un estudio en una trilladora de arroz en Nicaragua, en el estudio se lograron identificar la importancia de las condiciones que rodea al individuo, lo cual tiene una influencia en las actividades que se realizan, debido a que se está expuesto a muchos factores como el ruido, iluminación, y temperatura que indirectamente influyen de una manera positiva o negativa en las actividades de las personas.

Achig (2016) adelantó un estudio en Familia Sancela Ecuador, donde pudo establecer que el factor de riesgo ruido a nivel empresarial es considerado uno de los principales inconvenientes a los que se encuentran expuestos los trabajadores y a su vez afecta directamente en su salud laboral.

Una de las patologías asociadas al ruido como lo menciona (Tambs, Howard, Hans, Jostein Bo, 2006) es la hipoacusia Neuro sensorial inducida por ruido. Sin embargo, como lo afirma en Ibrahim, Aremu, Ajao, Ojelabi (2014) también se observa que los trabajadores tienen ciertas formas de fisiología y trastornos psicológicos relacionados con el ruido.

Está ampliamente aceptado que la pérdida auditiva inducida por el ruido (NIHL) es una enfermedad compleja que resulta de la interacción de factores genéticos y ambientales. Los factores heredados podrían explicar hasta el 50% de la variabilidad de la pérdida auditiva después de la exposición al ruido. (Mariola Sliwinska-Kowalska, 2012) El límite permisible para ruido en la industria como lo menciona (ACGIH, 2018) es de 85 decibeles para una jornada de 8 horas diarias, 5 días a la semana. En cuanto a legislación, como lo afirma (Casas et al 2014), las normativas reglamentarias en Colombia, con respecto a la problemática del ruido son suficientes y pertinentes, no hace falta actualizarlas ni modificarlas, puesto que los decretos y leyes promulgados y que determinan los niveles correctos de emisión de ruido están a la par con otras normativas extranjeras coherente.

En referencia a las aplicaciones, se han realizado algunos estudios con el objeto de validar la pertinencia de su uso en el campo de la higiene ocupacional. Celestina, Hrovat, Kardous (2018, págs. 119–128) refiere que cualquier teléfono inteligente ahora se puede convertir en un dispositivo de medición de sonido debido a su micrófono incorporado. El interés en tales aplicaciones de medición de sonido está creciendo entre los entusiastas del audio, los educadores, los investigadores acústicos y ambientales, y el público en general. (Kardous & Shaw, 2015)

Serpanos, Renne, Schoepflin, y Davis (2018, págs. 1319–1328), realizaron un estudio en el que analizaron tres aplicaciones ios de medición de sonido, Sound Level Meter y SPL meter. Concluyeron que algunas aplicaciones, incluso con la calibración, sobreestimaron los bajos niveles de ruido ambiental y es posible que no verifiquen con precisión los ambientes de habitaciones silenciosas <50 dB para los servicios clínicos.

Murphy y King (2016, págs. 16–22), realizaron un estudio en el cual probaron 100 teléfonos inteligentes, concluyendo que existe una relación significativa entre la edad del teléfono y su capacidad para medir el ruido con precisión. Otro estudio realizado por los autores anteriormente mencionados, informa sobre una investigación realizada para evaluar la posibilidad de que los datos de mapeo de ruido basados en teléfonos inteligentes se integren en el proceso tradicional de mapeo de ruido estratégico, Murphy, et al (2016).

Este estudio concretamente, tiene como finalidad comparar los resultados de la medición del sonido obtenidos con un equipo calibrado versus las obtenidas con teléfonos inteligentes que usen apps para cuantificar al sonido, para así comprobar si es posible disponer de un método exacto y preciso al medir sonido. Lo anterior teniendo en cuenta que los medidores de nivel de sonido profesional son costosos, Barański (2014, págs. A-66-A-70). En primera medida caracterizar las especificaciones técnicas y condiciones de operación de algunas apps de sonido instaladas en algunas referencias de teléfonos inteligentes, realizar el experimento de toma de mediciones con equipos calibrados y con apps de sonido seleccionadas instaladas en teléfonos inteligentes seleccionados, finalmente, determinar las apps de sonido instaladas en determinados teléfonos inteligentes que ofrecen mayor exactitud y precisión respecto a los equipos calibrados.

METODOLOGÍA

El estudio es comparativo, cuasi experimental. Se realizó un muestreo Intencional, este caso se seleccionó una empresa de artes gráficas, en la cual se analizaron 4 puntos, máquina impresora de medio pliego, máquina impresora de ¼ de pliego de 4 torres, máquina impresora de ¼ de pliego de 1 torre y una máquina pinza.

Se definieron siete variables, cada una de ellas corresponde a un dispositivo de medición analizado en el estudio, para lograr determinar las apps de sonido instaladas en determinados teléfonos inteligentes que ofrecen mayor exactitud y precisión respecto a los equipos calibrados.

Para el estudio se utilizaron los siguientes equipos celulares: Motorola Moto X, Samsung A5 y Iphone 6, así como un sonómetro Marca CEM, Modelo DataLoger 8852, con certificado de calibración de marzo de 2018, indica 0,4 dB de incertidumbre.

Se realizó una revisión de las apps disponibles en las tiendas Google Play Store y App Store Apple, y se seleccionaron las aplicaciones que aplicaran a las versiones de los celulares seleccionados, una aplicación libre y una paga, que tuvieran valoraciones entre 4 y 5, y que fueran las más descargadas por los usuarios. En base a lo anteriormente mencionado, se seleccionaron las siguientes aplicaciones: Sound meter pro, sonómetro, dB Sound meter y dB meter.

Los sitios de medición estuvieron localizados a una distancia de la fuente no inferior a 0.25 metros entre 1 metro y 4 veces la longitud de la mayor dimensión de la fuente emisora.

En este experimento se estableció una significación de 0,05 que corresponde al nivel de confianza 95%. Lo anterior corresponde a 4 observaciones, según metodología para diseño de experimentos analizada por Lozano (2014). Para el análisis de resultados se aplicó un ajuste de distribución para cada una de las variables, a través del software Risk se realizó una simulación de 1000 datos a partir del método Montecarlo, se realizaron los análisis estadísticos descriptivos para establecer la media y desviación estándar, datos que permitieron establecer la precisión de los datos obtenidos. Se compararon los resultados obtenidos mediante la aplicación de la prueba T de Student para muestras independientes, El P-Valor resultante fue utilizado para establecer exactitud de las variables, para lo anterior se usó el software SPSS (IBM)

RESULTADOS

En el desarrollo de la presente investigación se realiza un experimento de medición de sonido, se analizaron cuatro fuentes, máquinas impresoras de una empresa de artes gráficas ubicada en la ciudad de Bucaramanga, Santander, Colombia. En el experimento se desea saber acerca de dos aspectos, uno de ellos enfocado a establecer la precisión, y otro enfocado a establecer la exactitud, de los datos obtenidos con los dispositivos de medición propuestos, un sonómetro calibrado y seis aplicaciones instaladas en tres referencias de celular. A continuación, se presenta la metodología utilizada para su análisis.

Como primer paso se realiza un análisis de los resultados a partir de un cuadro de operacionalización de factores, identificando las variables, su método de medición (cuantitativa), se asigna una definición ante la investigación y se procede a asignar un código para su reconocimiento a lo largo del estudio, como puede observarse en la tabla 1.

Tabla 1. *Operacionalización de factores*

Código de Variable	Nombre de la Variable	Definición de la Variable	Tipo de Variable (Cualitativa / Cuantitativa)
V001	IPHONE DB METER	Aplicación dB Meter instalada en un teléfono i Phone 6.	Cuantitativa
V002	IPHONE DB SOUND METER	Aplicación dB Sound Meter instalada en un teléfono i Phone 6.	Cuantitativa
V003	MOTOROLA SONÓMETRO	Aplicación Sonómetro instalada en un teléfono Motorola Moto X	Cuantitativa
V004	SAMSUNG SONÓMETRO	Aplicación Sonómetro instalada en un teléfono Samsung A5.	Cuantitativa
V005	SAMSUNG SOUND METER PRO	Aplicación Sound Meter Pro instalada en un teléfono Samsung A5.	Cuantitativa
V006	MOTOROLA SOUND METER PRO	Aplicación Sound Meter Pro instalada en un teléfono Motorola Moto X	Cuantitativa
V007	SONÓMETRO CALIBRADO	Equipo Sonómetro Calibrado Marca CEM DT-8852	Cuantitativa

Seguidamente, se procede a determinar las estadísticas descriptivas de cada una de las variables, con lo que es posible generar los primeros análisis acerca del estudio, destacando los resultados en la Tabla 2.

Tabla 2. *Estadísticas descriptivas por variable máquina impresora pinza*

Punto	Máquina impresora pinza						
Dispositivo de medición	V001	V002	V003	V004	V005	V006	V007
MEDIA	82,0564	86,2195	73,7232	73,1907	83	77,9268	80,4451
DS	1,0425	0,7354	1,0358	0,9098	0	1,0366	0,589
DS +1	83,0989	86,9549	74,759	74,1005	83	78,9634	81,0341
DS -1	81,0139	85,4841	72,6874	72,2809	83	76,8902	79,8561

En el punto de medición máquina impresora pinza, en términos de precisión, se analiza la desviación estándar para cada una de las variables. La variable V007 (Sonómetro Calibrado) es la que ofrece mayor precisión, seguidamente la variable V002 (Aplicación dB Sound Meter instalada en un teléfono i Phone 6) que ofrece la mayor precisión entre las aplicaciones analizadas en este punto.

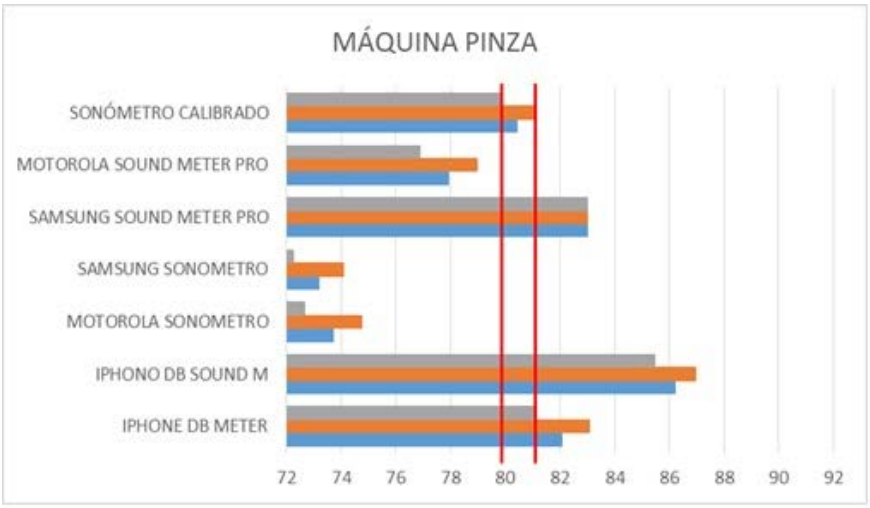


Figura 1. Resultados máquina Pinza

En la figura 1, se puede observar el comportamiento en términos de exactitud de cada una de las variables analizadas. El rango que se observa entre la barra gris y la barra naranja corresponden al intervalo entre la media y la desviación estándar más 1. Es decir, el menor y mayor valor que se podría aceptar en el rango del equipo calibrado. Por lo tanto, las variables V003 y V004 se encuentran por debajo del valor aceptable, y las variables V001,V002,V005 y V006 se encuentran por encima del valor aceptable.

Tabla 3. *Estadísticas descriptivas por variable máquina impresora 4 torres ¼ de pliego*

Punto	Máquina impresora 4 torres 1/4 de pliego						
Dispositivo de medición	V001	V002	V003	V004	V005	V006	V007
MEDIA	90,506	90,5047	74,9893	76,4615	84,014	88,2304	82,15
DS	0,9162	0,4735	0,3768	0,7478	0,3568	0,2458	0,41
DS +1	91,4222	90,9782	75,3661	77,2093	84,3708	88,4762	82,56
DS -1	89,5898	90,0312	74,6125	75,7137	83,6572	87,9846	81,74

En el punto de medición máquina impresora cuatro torres de ¼ de pliego, en términos de precisión, se analiza la desviación estándar para cada una de las variables. La variable V006 (Aplicación Sound meter Pro instalada en teléfono Motorola Moto X) es la que ofrece mayor precisión entre los dispositivos de medición utilizados. Seguidamente la variable V005, V003 y V007 (sonómetro calibrado).

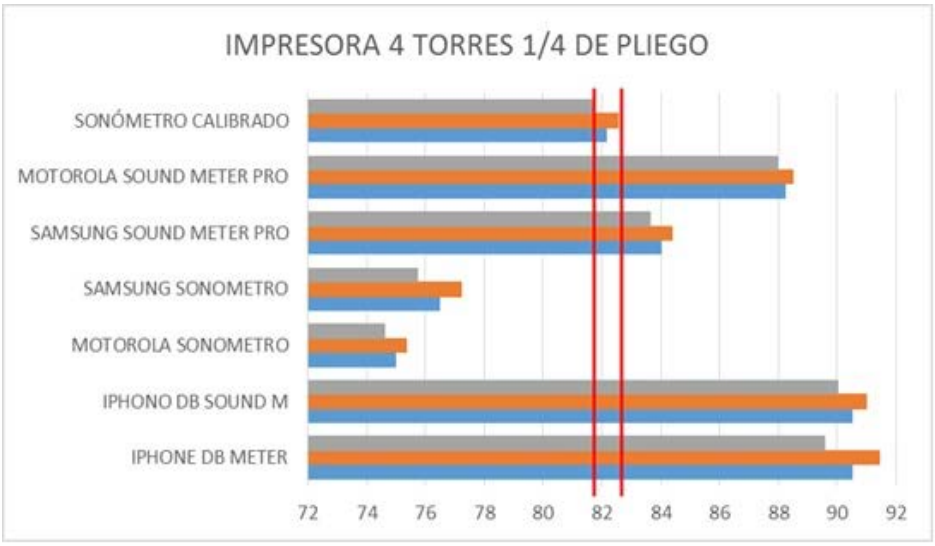


Figura 2. Resultados máquina impresora 4 torres ¼ de pliego.

En la figura 2, se puede observar el comportamiento en términos de exactitud de cada una de las variables analizadas. El rango que se observa entre la barra gris y la barra naranja corresponden al intervalo entre la media y la desviación estándar más 1. Es decir, el menor y mayor valor que se podría aceptar en el rango del equipo calibrado. Por lo tanto, las variables V003 y V004 se encuentran por debajo del valor aceptable, y las variables V001,V002,V005 y V006 se encuentran por encima del valor aceptable.

Tabla 4. *Estadísticas descriptivas por variable máquina impresora ½ pliego.*

Punto	Máquina impresora 1/2 pliego						
Dispositivo de medición	V001	V002	V003	V004	V005	V006	V007
MEDIA	90	88,9925	75,4943	79,0266	86,5186	87,9953	82,0043
DS	0	0,4515	0,4894	1,8255	0,5878	0,367	0,1474
DS +1	90	89,444	75,9837	80,8521	87,1064	88,3623	82,1517
DS -1	90	88,541	75,0049	77,2011	85,9308	87,6283	81,8569

En el punto de medición máquina impresora 1/2 pliego relacionado en la tabla 4, en términos de precisión, se analiza la desviación estándar para cada una de las variables. La variable V007 (Sonómetro Calibrado) es la que ofrece mayor precisión, seguidamente la variable V006 (Aplicación Sound meter pro instalada en teléfono Motorola Moto X) que ofrece la mayor precisión entre las aplicaciones analizadas en este punto.

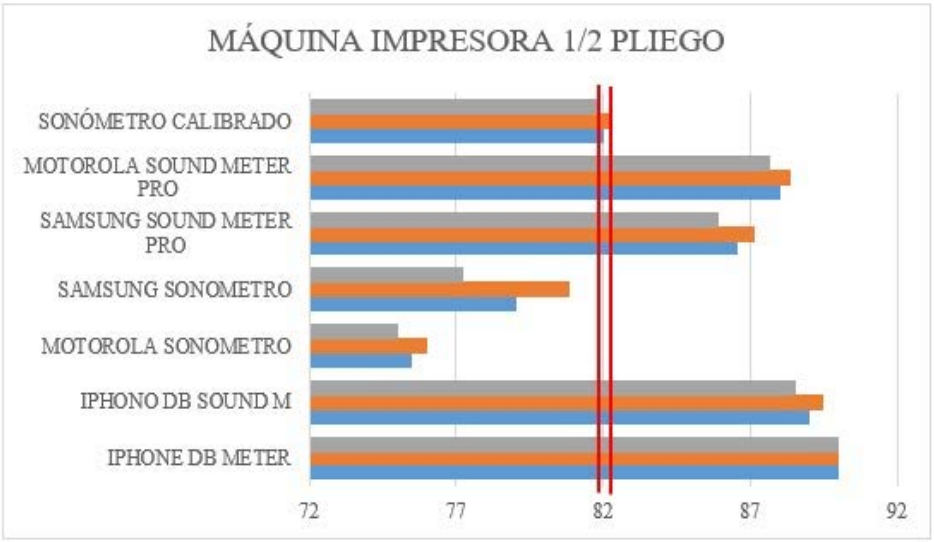


Figura 3. Resultados máquina impresora 1/2 pliego.

En la figura 3 se puede observar el comportamiento en términos de exactitud de cada una de las variables analizadas. El rango que se observa entre la barra gris y la barra naranja corresponden al intervalo entre la media y la desviación estándar más 1. Es decir, el menor y mayor valor que se podría aceptar en el rango del equipo calibrado. Por lo tanto, las variables V003 y V004 se encuentran por debajo del valor aceptable, y las variables V001,V002,V005 y V006 se encuentran por encima del valor aceptable.

Tabla 5. *Estadísticas descriptivas por variable máquina impresora 1 torre ¼ de pliego.*

Punto	Máquina impresora 1 torres 1/4 de pliego						
Dispositivo de medición	V001	V002	V003	V004	V005	V006	V007
MEDIA	86,973	90,928	76,3961	77,1877	83,4921	87,062	80,851
DS	0,9814	1,0868	0,7913	1,2685	0,5068	1,867	0,881
DS +1	87,9544	92,0148	77,1874	78,4562	83,9989	88,929	81,732
DS -1	85,9916	89,8412	75,6048	75,9192	82,9853	85,195	79,97

En el punto de medición máquina impresora 1 torre 1/4 pliego, en términos de precisión, se analiza la desviación estándar para cada una de las variables. La variable V005 (Aplicación Sound meter Pro instalada en teléfono Samsung) es la que ofrece mayor precisión entre los dispositivos de medición utilizados. Seguidamente la variable V003, V007 (sonómetro calibrado).

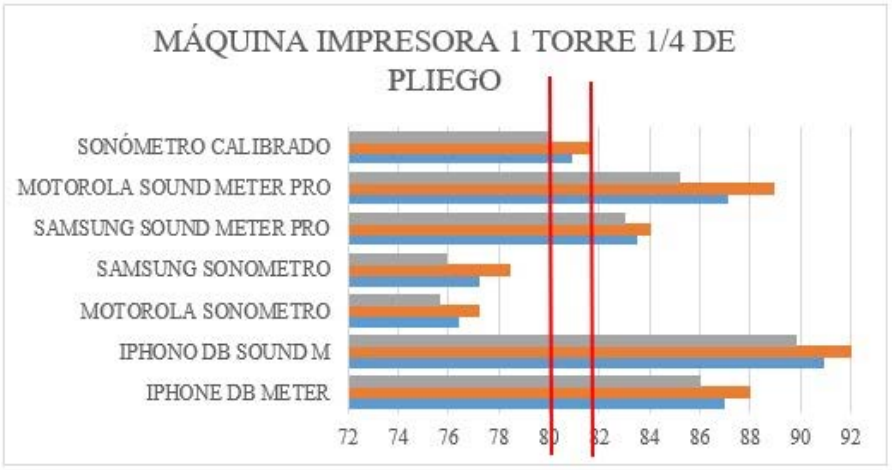


Figura 4. Resultados máquina impresora 1 torre ¼ de pliego.

En la figura 4 se puede observar el comportamiento en términos de exactitud de cada una de las variables analizadas. El rango que se observa entre la barra gris y la barra naranja corresponden al intervalo entre la media y la desviación estándar más 1. Es decir, el menor y mayor valor que se podría aceptar en el rango del equipo calibrado. Por lo tanto, las variables V003 y V004 se encuentran por debajo del valor aceptable, y las variables V001,V002,V005 y V006 se encuentran por encima del valor aceptable.

Finalizado el análisis descriptivo, se pasa a establecer un conjunto de hipótesis para validación estadística; verificándolas a partir de cuadros de contingencias y la aplicación del estadístico P-Valor de la prueba T de Student muestras independientes. Las hipótesis nulas planteadas son las siguientes:

Tabla 6. *Hipótesis*

Listado de Hipótesis Generadas

Código Hipótesis	Descripción	Variables Relacionadas
H1	La aplicación dB meter instalada en el teléfono inteligente Iphone 6 que mide sonido es suficientemente exacta y precisa para ser utilizada en el medio industrial.	V001 – V007
H2	La aplicación dB sound meter instalada en el teléfono inteligente Iphone 6 que mide sonido es suficientemente exacta y precisa para ser utilizada en el medio industrial.	V002– V007
H3	La aplicación Sonómetro instalada en el teléfono inteligente Moto X que mide sonido es suficientemente exacta y precisa para ser utilizada en el medio industrial.	V003 – V007
H4	La aplicación Sonómetro instalada en el teléfono inteligente Samsung A5 que mide sonido es suficientemente exacta y precisa para ser utilizada en el medio industrial.	V004 – V007
H5	La aplicación Sound Meter Pro instalada en el teléfono inteligente Samsung A5 que mide sonido es suficientemente exacta y precisa para ser utilizada en el medio industrial.	V005 – V007
H6	La aplicación Sound Meter Pro instalada en el teléfono inteligente Motorola Moto X que mide sonido es suficientemente exacta y precisa para ser utilizada en el medio industrial.	V006 – V007

Como primera medida se realiza la validación estadística a partir de la prueba T de Student, calculando P-Valor. Si la probabilidad obtenida P-valor = < α, rechaza Ho. Siendo α=0,05. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 7. *Resultados de prueba T Student de hipótesis planteadas*

Resultados de Prueba T Student de Hipótesis Planteadas

Código Hipótesis	Variables Relacionadas	P – Valor	Observaciones
H1	V001 – V007	0,000	Se rechaza Ho. Existe una diferencia significativa entre la media de los resultados de ruido obtenidos con un sonómetro calibrado y los obtenidos con la aplicación dB meter instalada en el teléfono inteligente Iphone 6.
H2	V002 –V007	0,002	Se rechaza Ho. Existe una diferencia significativa entre la media de los resultados de ruido obtenidos con un sonómetro calibrado y los obtenidos con la aplicación dB sound meter instalada en el teléfono inteligente Iphone 6
H3	V003 – V007	0,007	Se rechaza Ho. Existe una diferencia significativa entre la media de los resultados de ruido obtenidos con un sonómetro calibrado y los obtenidos con la aplicación Sonómetro instalada en el teléfono inteligente Moto X.
H4	V004 – V007	0,003	Se rechaza Ho. Existe una diferencia significativa entre la media de los resultados de ruido obtenidos con un sonómetro calibrado y los obtenidos con la aplicación Sonómetro instalada en el teléfono inteligente Samsung A5.
H5	V005 – V007	0,037	Se rechaza Ho. Existe una diferencia significativa entre la media de los resultados de ruido obtenidos con un sonómetro calibrado y los obtenidos con la aplicación Sound Meter Pro instalada en el teléfono inteligente Samsung A5.
H6	V006 – V007	0,000	Se rechaza Ho. Existe una diferencia significativa entre la media de los resultados de ruido obtenidos con un sonómetro calibrado y los obtenidos con la aplicación Sound Meter Pro instalada en el teléfono inteligente Motorola Moto X.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Este estudió evaluó la precisión y exactitud de seis aplicaciones, dos iOS y cuatro Android, instaladas en tres referencias de teléfonos inteligentes, las cuales se compararon con un sonómetro calibrado, se realizaron mediciones en cuatro fuentes de ruido distintas, ubicadas en un ambiente de una empresa de producción. Los resultados demostraron en general imprecisión para todas las aplicaciones. Sin embargo, la aplicación Sound meter pro instalada en un teléfono Motorola Moto X demostró precisión en un caso, y la misma aplicación instalada en un teléfono Samsung demostró precisión en un caso, los datos anteriores incluso por encima del sonómetro calibrado que cuenta con una incertidumbre de más o menos 0,4 decibeles.

En otros estudios como el Murphy y King, (2016) las referencias acerca de la precisión en las aplicaciones instaladas en teléfonos inteligentes utilizados son escasas.

En referencia a la exactitud, así como lo demostró Serpanos et al, (2018), las aplicaciones sobreestimaron los bajos niveles de ruido ambiental, en el presente estudio se pudo evidenciar inexactitud en las medidas obtenidas con aplicaciones instaladas en teléfonos inteligentes no calibrados. La aplicación sonómetro que arrojó en algunos casos precisión, en relación a la exactitud se muestra por debajo de los valores aceptables, en contraposición las aplicaciones Sound meter pro, dB Sound Meter y Sound Meter muestran valores por encima del rango aceptado.

CONCLUSIONES

Se caracterizaron las especificaciones técnicas y condiciones de operación de algunas apps de sonido instaladas en algunas referencias de teléfonos inteligentes, se seleccionaron para el estudio las que se encontraban mejora calificadas por los usuarios y con mayor número de descargas. En base a lo anteriormente mencionado, se seleccionaron las aplicaciones Sound meter pro, sonómetro, dB Sound meter y dB meter.

Se realizó un experimento de toma de mediciones con un sonómetro Marca CEM, Modelo DataLoger 8852, con certificado de calibración de marzo de 2018, indica 0,4 dB de incertidumbre y con apps de sonido mencionadas instaladas en los teléfonos Motorola Moto X, Samsung A5 y Iphone 6.

Finalmente, se determinó que la tecnología actual en los celulares inteligentes ofrece una serie de aplicaciones que evidentemente no son comparables con equipos de medición calibrados, y los resultados que pueden ofrecer serán aproximados, quizás pueden ser útiles para obtener una primera valoración y aproximación a los valores reales, más no podrán ser tenidos en cuenta para la evaluación de riesgos ocupacionales, por cuanto carecen de exactitud y precisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Achig Cabrera, Rafael Antonio. (2016). Evaluación del ruido y su incidencia en la salud laboral en el área del molino 5 de la empresa productos familia Sancela del Ecuador en el período 2015 – 2016. Obtenido de: http://181.112.224.103/handle/27000/3100

Aguais Calle, Fredi Alfonzo. (2016). Propuesta para el control de ruido ocupacional en el área de calderas del ingenio La Troncal. Obtenido de: http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21340

Association Advancing Occupational and Enviromental Health. (2018). Threshold limit values for chemical substances and physical Agents & Biological exposure Indices.

Barański, R. (2014). Sound Level Meter as Software Application. Acta Physica Polonica, A, 125(4A), A-66-A-70. Obtenido de: https://doi-org.ezproxy.uniminuto.edu/10.12693/APhysPolA.125.A-66

Celestina, M., Hrovat, J., & Kardous, C. A. (2018). Smartphone-based sound level measurement apps: Evaluation of compliance with international sound level meter standards. Applied Acoustics, 139, 119–128. Obtenido de: https://doi-org.ezproxy.uniminuto.edu/10.1016/j.apacoust.2018.04.011

CEM. Sonómetro DT-8852. [Equipos y software].

Db METER (Versión 2.9.1) [app]. Vlad Polyanskiy

Db SOUND METER (Versión 3.2.6) [app]. SkyPaw Co. Ltda.

Escorcia Escorcia, Abdón Donaldo y Obando García, Engel Orlando. (2016). Evaluación de las Condiciones de Higiene y Seguridad del Trabajo en el Trillo de Arroz Santa Isabel del Municipio de Sébaco, durante el Segundo Semestre del 2015. Obtenido de: http://repositorio.unan.edu.ni/2509/

Fava, G., Oliveira, G., Baglione, M., Pimpinella, M., & Spitzer, J. B. (2016). The Use of Sound Level Meter Apps in the Clinical Setting. American Journal of Speech-Language Pathology, 25(1), 14–28. Obtenido de: https://doi-org.ezproxy.uniminuto.edu/10.1044/2015pass:[_]AJSLP-13-0137

IB Ibrahim, AS Aremu, KR Ajao, AT Ojelabi. (2014). Evaluation of Noise Pollution and Effects on Workers during Wheat Processing. Obtenido de: https://www.ajol.info/index.php/jasem/article/view/112263

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Sistemas de Gestión de la Medición. Requisitos para los Procesos de Medición y los Equipos de Medición. ICONTEC, Bogotá 2003.

Kardous, C. A., & Shaw, P. B. (2015). Do Sound Meter Apps Measure Noise Levels Accurately? Sound & Vibration, 49(7), 10–13. Obtenido de: http://ezproxy.uao.edu.co:2048/login?url=http://search.ebscohost.com/log...

Kristian Tambs, Howard J. Hoffman, Hans M. Borchgrevink, Jostein Holmen & Bo Engdahl. (2006). Hearing loss induced by occupational and impulse noise: Results on threshold shifts by frequencies, age and gender from the Nord-Trøndelag Hearing Loss Study. Obtenido de: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14992020600582166

Lozano Rivas William Antonio. (2014). Determinación del número mínimo de observaciones en investigación, Obviando las estimaciones de la varianza de datos. Obtenido de: http://www.didacticaambiental.com/revista/numero10/6.-.pdf

Mariola Sliwinska-Kowalska, Adrian Davis. (2012). Noise-induced hearing loss. Obtenido de: http://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=2012;volume=14;issue=61;spage=274;epage=280;aulast=Sliwinska-Kowalska

Murphy, E., & King, E. A. (2016). Smartphone-based noise mapping: Integrating sound level meter app data into the strategic noise mapping process. Science of the Total Environment, 562, 852–859. Obtenido de: https://doi-org.ezproxy.uniminuto.edu/10.1016/j.scitotenv.2016.04.076

Murphy, E., & King, E. A. (2016). Testing the accuracy of smartphones and sound level meter applications for measuring environmental noise. Applied Acoustics, 106, 16–22. Obtenido de: https://doi-org.ezproxy.uniminuto.edu/10.1016/j.apacoust.2015.12.012

Revista Semana. (2015). Colombia el país de los Smartphones. Obtenido de: http://www.semana.com/tecnologia/articulo/colombia-el-pais-de-los-smartphones/432806-3

Serpanos, Y. C., Renne, B., Schoepflin, J. R., & Davis, D. (2018). The Accuracy of Smartphone Sound Level Meter Applications With and Without Calibration. American Journal of Speech-Language Pathology, 27, 1319–1328. Obtenido de: https://doi-org.ezproxy.uniminuto.edu/10.1044/2018pass:[_]AJSLP-17-0171

Sexto, L. F. (2007). ¿Cómo elegir un sonómetro?. Obtenido de: http://www.djbolanos.com.ar/circuitos_archivos/sonometr.pdf

SONÓMETRO (Versión 3.2.6) [app]. Abc Apps

SOUND METER PRO (Versión 2.5.7) [app]. Smart Tools co.

SPSS Statistics. (Versión 2.0) [Software estadístico]. IBM.

Evaluación del estrés calórico en un estudio de caso de la industria azucarera ecuatoriana

RESUMEN / ABSTRACT

Las diferentes variables termo higrométricas fuera de los rangos de confort en combinación con la carga de trabajo utilizada para el desarrollo de las tareas e influenciada por el tipo de indumentaria y las características individuales de cada trabajador, pueden ser fuente de incomodidad (disconformidad térmica), ya que temperaturas extremas, ya sean muy elevadas o muy bajas influyen negativamente en el bienestar de los trabajadores, generando una reducción del rendimiento físico y mental, disminución de la productividad y también pueden generar accidentes y enfermedades profesionales.
Se conoce poco sobre cuáles son las afectaciones de origen térmico en la industria azucarera ecuatoriana, particularmente en Imbabura. La presente investigación explora un estudio de caso determinado mediante un criterio estadístico previo, bajo la óptica de cómo influye el Estrés Calórico en los puestos de trabajo susceptibles en una industria azucarera. Para determinar si el ambiente térmico se mantiene a niveles tolerables, se aplicó metodologías sustentadas en la legislación aplicable ecuatoriana y el conocimiento científico. Los factores de riesgo se identificaron para determinar su existencia, posteriormente se realizó la medición, evaluación detallada cuantificando el impacto de esos factores de riesgo, de manera que se pueda determinar de forma clara los factores de riesgo más altos, a fin de priorizar su control.
Como resultado de la investigación se obtuvo que 9,09% de los puestos de trabajo en análisis presentan un nivel de riesgo intolerable, 22,72% tienen un nivel de riesgo alto, 36,36% un nivel de riesgo medio y 31,815 un nivel riesgo bajo.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Se conoce poco de las afectaciones de origen térmico en trabajadores azucareros
Se aplica metodologías de evaluación sustentadas en la legislación ecuatoriana
Estudio de caso

AUTORES / AUTHORS

Pablo Marcelo Puente Carrera
Universidad Técnica del Norte
pmpuente@utn.edu.ec
Edgar Vinicio Lema Cáceres
Universidad Técnica del Norte
evlema@utn.edu.ec
Mayra Alexandra Maya Nicolalde
Universidad Técnica del norte
mamaya@utn.edu.ec
Sofia Paulina Cuasapaz Escobar
Universidad Técnica del Norte
spcuasapaze@utn.edu.ec

INTRODUCCIÓN

El ser humano necesita mantener una temperatura interna constante para funcionar con normalidad, para ello posee mecanismos fisiológicos que hacen que esta se establezca en rangos de 36.1 o a 37.2 o C, considerada como temperatura corporal normal.

Es básico mantener dentro de los limites las condiciones ambientales de los lugares de trabajo para que los trabajadores conserven su equilibrio térmico durante toda la jornada laboral y evitar riesgos que puedan producir enfermedades profesionales. Las condiciones termohigrométricas, sumadas a la carga de trabajo, el tipo de indumentaria y las características individuales de cada trabajador, al desarrollar las actividades laborales llegan a crear diferentes grados de adaptabilidad al ambiente térmico (Camacho, 2013).

Las condiciones ambientales de los lugares de trabajo, no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores (disconformidad térmica) ya que temperaturas extremas, ya sean muy elevadas o muy bajas influyen negativamente en el bienestar de los trabajadores, generando una reducción significativa del rendimiento físico y mental, disminución de la productividad, distrayendo constantemente al trabajador por las molestias generadas, lo cual podría provocar accidentes laborales y enfermedades profesionales.(Hernández, 2007)

Cuando los niveles de exposición al calor son muy elevados o prolongados, el cuerpo humano se vuelve incapaz de mantener la temperatura corporal interna constante, lo que produce una tensión térmica, que provoca reacciones fisiológicas como la sudoración, aumento de la frecuencia del pulso y aumento de la temperatura profunda del cuerpo. (Puente, 2001)

Mientras mayor sea la sobrecarga térmica, mayor será también la tensión térmica, y en ciertas condiciones ésta puede alcanzar una magnitud capaz de afectar la salud, por ejemplo, hipertermia, golpe de calor e incluso la muerte. (Ramos, 2017)

Actualmente se conoce poco sobre las clases de riesgos térmicos que existen y su incidencia en la salud de los trabajadores en la industria ecuatoriana, particularmente en la provincia de Imbabura, por lo que se hace necesario realizar esta investigación que permitirá ejemplificar la evaluación de la sobrecarga térmica que soporta el cuerpo humano en un medio dado, con el fin de determinar si está dentro de límites aceptables, o si es perniciosa para la salud e implementar medidas de control.

METODOLOGÍA

Para la identificación del riesgo térmico, se hace necesario el uso del organigrama institucional para identificar los puestos de trabajo en la empresa, posteriormente de acuerdo con la NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidentes (INSHT, 1993) se determina que puestos de trabajo están expuestos al riesgo.

NR = NP x NC

Nivel de consecuencias (NC)	Nivel de probabilidad (NP) 40-24	20-10	8-6	4-2
100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 / III 120
25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
10	II 400-240	II 200 / III 100	III 80-60	III 40 / IV 20

Ilustración 1 Determinación del nivel de riesgo y de intervención

Los niveles de intervención obtenidos tienen un valor orientativo. Para priorizar un programa de inversiones y mejoras, es imprescindible introducir el componente económico y el ámbito de influencia de la intervención. Así, ante unos resultados similares, estará más justificada una intervención prioritaria cuando el costo sea menor y la solución afecte a un colectivo de trabajadores mayor.

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Ilustración 2 Significado del nivel de intervención

Las mediciones se realizaron de acuerdo a la NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT, en este método de valoración las mediciones de las variables que intervienen se realizaron en los tres turnos de la jornada, por un tiempo de una hora conforme a las recomendaciones técnicas y los instrumentos de medida están calibrados. (Albornoz Villagra Christian, 1999)

Para fines prácticos, en este estudio se ha estimado el valor de carga de calor metabólico a través de un metodo sencillo, que consiste en considerar tres categorías básicas de carga de trabajo: liviana, moderada, pesada y atribuir un valor, según el tipo de actividades realizadas por el trabajador en los puestos de trabajo expuestos al riesgo térmico.

Tabla 1 Regulación de los períodos de actividad y descanso de conformidad al WBGT para una hora de trabajo

	CARGA DE TRABAJO		
TIPO DE TRABAJO	**LIVIANA** Inferior a 200Kcal/hora	**MODERADA** De 200 a 350Kcal/h	**PESADA** Igual o mayor a 350Kcal/h
Trabajo continuo 75%	WBGT = 30.0	WBGT = 26.7	WBGT = 25.0
25% descanso	WBGT = 30.6	WBGT = 28.0	WBGT = 25.9
50% trabajo, 50% descanso	WBGT = 31.4	WBGT = 29.4	WBGT = 27.9
25% trabajo, 75% descanso	WBGT = 32.2	WBGT = 31.1	WBGT =30.0

La evaluación del riesgo se basa en el art.54 del Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo; el control del riesgo es esencial para disminuir el riesgo térmico, proteger la salud y la seguridad de todas las personas en los puestos de trabajo que se han evaluado, por ello se presentan alternativas adecuadas para diferentes niveles de riesgo, las cuales enuncian medidas de control sobre la fuente, medio y receptor por áreas, así como también medidas complementarias, todas en concordancia con la referencia legal vigente.(Istas, 2016)

Para plantear las alternativas de control se considera como base lo dispuesto en las siguientes normas:

- Decreto Ejecutivo No. 2393. RO/ 565 17-11-86. Ecuador.
- Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.
- INEN 439/ 440 Señalización.
- ACGIH. TLV Valores límite para sustancias químicas y agentes físicos.
- ISO 7243 Índice WBGT

RESULTADOS

Para identificar los puestos de trabajo en la empresa se utilizó el organigrama institucional que permite visualizar la conformación de la organización por puesto de trabajo, como resultado se obtuvo que la Industria Azucarera analizada tiene 109 puestos de trabajo en total.

De acuerdo con la NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidentes (INSHT, 1993), se evaluó las áreas de la Industria Azucarera, donde se describe 82 puestos de trabajo con exposición al riesgo térmico. Finalmente, la etapa de identificación concluye que: en 62 puestos de trabajo no es necesario intervenir, en consecuencia resultan 20 puestos de trabajo con mayor exposición al riesgo térmico, y se hace necesario el estudio, cuyos resultados se describen en la siguiente Tabla.

Tabla 2 Puestos de trabajo con mayor exposición al riesgo térmico

EVALUACIÓN DE MEDICIONES- RIESGO TÉRMICO					
Elaborado por: Srta. Sofia Cuasapaz		**Revisado por:** Lic. Rene Yépez		**Aprobado por:** Ing. Marcelo Puente	
# PT	**Puesto de trabajo**	**Vestimenta Clo**	**Consumo metabólico Kcal/h**	**índice WGTH**	**Nivel de riesgo**
1	Bagacero	0,83	250	30,6	Alto
2	Ayudante de operación caldero	0,83	250	31,5	Intolerable
3	Personal de limpieza	0,83	250	19,9	Bajo
4	Operador de alcalización y filtros	0,83	300	28,2	Medio
5	Operador pre evaporador / clarificador	0,75	250	25,8	Bajo
6	Operador de evaporadores	0,75	250	27,3	Medio
7	Tachero de primera Y segunda	0,75	250	28,0	Medio
8	Operador cristalizadores	0,75	250	28,3	Medio
9	Operador centrifugas continuas	0,83	250	29,7	Alto
10	Operador centrifugas de primera	0,83	250	30,1	Alto
11	Operador secadora y clarificación-meladura	0,75	250	33,3	Intolerable
12	Ayudante de mecánica general	0,96	250	22,1	Bajo
13	Ayudante soldador	0,96	250	21,0	Bajo
14	Maestro mecánico soldador	0,96	250	20,5	Bajo
15	Mecánico de fábrica	0,96	250	29,0	Alto
16	Ayudante Electricista	0,75	250	19,1	Bajo
17	Electricista de taller	0,75	250	27,1	Medio
18	Maestro electricista	0,75	250	27,1	Medio
19	Operario de planta eléctrica y turbos	0,75	250	30,0	Alto
20	Envasador	0,48	250	19,5	Bajo

Elaborado por el Autor: Fuente la empresa azucarera.

Se realizó la medición y evaluación detallada del índice WBGT (temperatura de globo y bulbo húmedo), de manera que se pudo determinar de forma clara los valores más altos, a fin de priorizar su control. Como resultado de la investigación se obtuvo los siguientes porcentajes respecto a los niveles del riesgo:



CONCLUSIONES

- Las diferentes variables termo higrométricas fuera de los rangos de confort en combinación con la carga de trabajo utilizada para el desarrollo de las tareas e influenciada por el tipo de indumentaria y las características individuales de cada trabajador, pueden ser fuente de incomodidad (disconformidad térmica), ya que temperaturas extremas, ya sean muy elevadas o muy bajas influyen negativamente en el bienestar de los trabajadores, generando una reducción del rendimiento físico y mental, disminución de la productividad y también pueden generar accidentes y enfermedades profesionales.
- La presente investigación exploro un estudio de caso determinado mediante un criterio estadístico previo, bajo la óptica de cómo influye el estrés calórico en los puestos de trabajo en una industria azucarera. Para determinar los puestos de trabajo susceptibles al riesgo térmico, se aplicó metodologías sustentadas en la legislación aplicable ecuatoriana y el conocimiento científico. Como resultado se obtuvo que los factores de riesgo están presentes en 20 puestos de trabajo.
- Para disminuir el riesgo térmico, proteger la salud y la seguridad de los trabajadores en los puestos de trabajo que se han evaluado, se aplicaron alternativas de control sobre la fuente, el medio de transmisión y en el receptor por áreas, dando lugar a planes de intervención en: adecuaciones de infraestructura (obtenidos de las medidas de control en la fuente y el medio de transmisión), la capacitación a los trabajadores, así como la adquisición de los equipos de protección personal y finalmente las medidas complementarias como la vigilancia a la salud y la señalización necesaria, todas en concordancia con la legislación ecuatoriana vigente y adecuadas para diferentes niveles de riesgo con lo que se obtuvo una disminución de los niveles de riesgo en los siguientes valores: Riesgo Intolerable de 10% a 0%; Riesgo Alto de 25% a 15%; Riesgo Medio de 30% a 35% y Riesgo Bajo de 35% a 50%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albornoz Villagra Christian. (1999). *NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT*. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP...

Alvarez, L. I. (2008). *Manejo integral de la exposición ocupacional a la sobrecarga térmica*.

Andrés, J., & Stérling, S. (2015). Artículo de Reflexión El Estrés Térmico Laboral : ¿ Un Nuevo Riesgo con Incidencia Creciente ?, *5*(3), 5–10.

Asamblea Nacional. (2008). Constitución del Ecuador. *Registro Oficial*, *449*(Principios de la participación Art.), 67. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Barba, E., Fernández, S., Morales, N., Rodriguez Nardelli, A. L., Bueno, C., & Giordano, S. (2014). Salud Y Seguridad, 1–180. Retrieved from http://www.bvsde.paho.org/foro_hispano/SaludYSeguridad.pdf

Cabrera, R., Merino, R., & Batista, T. (2004). Evaluación del estrés térmico en una empresa de producción textil. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, *5*(1), 20–25. Retrieved from https://www.instec.cu/maestrias/ingenieria/Biblioteca virtual/14 - Disciplina Gerencia de Proyectos/Ergonomia y factores humanos/rst04104.pdf

Cáceres, M. (2012). "Cómo el estrés térmico laboral afecta el desempeño de los colaboradores de Codepret S.A." *Digital Times*, *Unknown*(Unknown), No Pages. Retrieved from http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2012071302010531749001

Fernandez, L. (2002). Manual de procedimientos de prevención de riesgos. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo*, 1–113. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias...

García Gadea, A. W. (2016). PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN LA EMPRESA SUMIT S.A.C. Trabajo, *7*(1), 1–3. https://doi.org/letters_161109_fm-1 [pii]

Gutiérrez, R. E., Guerra, K. B., & Gutiérrez, M. D. (2018). Evaluación de Riesgo por Estrés Térmico en Trabajadores de los Procesos de Incineración y Secado de una Empresa de Tableros Contrachapados. *Información Tecnológica*, *29*(3), 133–144. https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000300133

Heredia, S. J. (2018). ESTUDIO DEL ESTRÉS TÉRMICO EN LAS ÁREAS DE FUNDICIÓN Y EXTRUSIÓN EN LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A. CEDAL", 300.

Hernandez, A. (2007). Lugares de trabajo.

Herrera, J. A. A., Castellón, E. C., Barrera, L. M. T., & Novoa, I. P. V. (2015). Evaluación de estrés térmico en una empresa productora de alimentos en Córdoba-Colombia. *Revista Clepsidra*, *10*(19), 113–124. https://doi.org/10.26564/19001355.451

IANCEM. (2014). ISTRUCTIVO PARA VISITANTES IANCEM, 28.

INSHT. (1993). NTP 330 : Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente. *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Espanã; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo*. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP...

INSHT. (2007). Erga 86 - np_enot_99.pdf, 1. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Ficha...

INSHT España. (1989). Evaluación de Riesgos Laborales INSHT. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo*, (Riesgos Laborales), 1–10.

Maté Moreno, M., Robles, J. M., Boscá Crespo, A. R., & Aguado Guerrero, F. (2007). Trastornos de la regulación de la temperatura. *Medynet*, *127*(5), 1–66. Retrieved from http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual de urgencias y Emergencias/temp.pdf

Mazloumi, A., Golbabaei, F., Mahmood Khani, S., Kazemi, Z., Hosseini, M., Abbasinia, M., & Farhang Dehghan, S. (2014). Evaluating Effects of Heat Stress on Cognitive Function among Workers in a Hot Industry. *Health Promotion Perspectives*, *4*(2), 240–246. https://doi.org/10.5681/hpp.2014.031

Mendaza, P. L. (2011). Estrés térmico y sobrecarga térmica : evaluación de los riesgos (I), (I), 1–6.

Osalan Zerbitzu, O. (2014). Estrés térmico; recomendaciones.

Pacho, F., & Chiqui, D. (2012). ESTUDIO EXPLORATORIO DE LA EXPOSICIÓN A ESTRÉS TÉRMICO EN TRABAJADORES QUE DESEMPEÑAN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN INTERIORES DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO. *Universidad De Cuenca*, 66. https://doi.org/10.1002/adma.201704028

Perez, P. (2014). Prevención de riesgos Laborales debidos al Estrés Térmico por calor. *Centro Nacional de Nuevas Tecnologías*, 1–10. Retrieved from https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/AF2BD786-0A6D-4564-9076-BE42220B4843...

Piñeda Geraldo, A., & Montes Paniza, G. (2014). ERGONOMÍA AMBIENTAL: Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos. *Rev. Ibajangeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información*, *1*(2), 49–71. https://doi.org/10.1109/TVT.2017.2778345

Puente, M. (2001). *HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO CON APLICACIONES A LA INDUSTRIA TEXTIL.* Ecuador, Ibarra 2001.

Ramos, M. (2017). Efectos en salud de la exposición a altas temperaturas por desempeño laboral a la intemperie, 1–9.

Roberto, C., & Martin, D. R. (2008). Evaluación de Riesgos Laborales en una Empresa Meta Imecánica bajo Normas Internacionales OHSAS 18001:2007, 103. https://doi.org/10.1259/dmfr.20150326

Suarez Cabrera, R. (2004). Experiencias y aplicabilidad de las normas ISO 7243 (EN 27243) e ISO 7933 (EN 12515) en Cuba y países del área del mar Caribe. *MAPFRE Seguridad*, *7243*(En 27243), 1–27. Retrieved from http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo...

Urrea, E., & Ribero, A. (2004). Confort ambiental en El Puesto De Trabajo.

Uso de nanopartículas híbridas de magnetita para obtener entornos de trabajo más saludables

RESUMEN / ABSTRACT

La presente comunicación se enmarca en el estudio de las condiciones de trabajo en tareas de mantenimiento de superficies de embarcaciones, que el Grup de Recerca en Salut Laboral de la Universitat de les Illes Balears (UIB) lleva realizando desde hace algunos años. Los resultados obtenidos indican que en estos ambientes existe una inaceptable concentración de compuestos orgánicos volátiles (VOC). El objetivo de esta investigación es comprobar la viabilidad de una nueva familia de materiales adsorbentes basados en nanopartículas magnéticas de óxido de hierro funcionalizadas con moléculas orgánicas, para la captación y análisis cuantitativo de VOC en ambientes laborales saturados, así como posible sistema de filtración para obtener un ambiente más saludable. Estos nanomateriales han sido desarrollados por el grupo de investigación en Química Supramolecular (Supramol) de la UIB. Presentan elevada estabilidad térmica, así como la capacidad de captar y liberar distintos tipos de compuestos orgánicos. El ensayo se realiza tomando muestras en paralelo con tubos adsorbentes recomendados actualmente por el INSST para la captación y análisis de VOC, y tubos preparados con cantidades análogas de los materiales híbridos. El análisis de estas muestras se realiza por desorción térmica acoplada a un cromatógrafo de gases con detector FID. Los resultados obtenidos proporcionan información sobre la viabilidad de los tubos recomendados por el INSST para estos ambientes de trabajo y su comparativa con la aptitud de los nuevos materiales híbridos propuestos.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Innovación para el desarrollo de nuevos adsorbentes y filtros para VOC
Material reciclable y coste moderado
Transferencia de la investigación a entornos laborales

AUTORES / AUTHORS

Dra Mª Nieves Piña Capó
Grup Supramol i Grup de Recerca en Salut Laboral / Universitat de les Illes Balears
neus.pinya@uib.es
Dra María Susana Gutiérrez Gómez
Grup Supramol, Universitat de les Illes Balears
dominika71@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Este proyecto surgió a propósito de los resultados del estudio realizado por el Sr. Juan Fco. Expósito Rosell, enmarcado en el Proyecto Embarcaciones. Dicho proyecto se lleva a cabo por parte del Grup en Recerca en Salud Laboral de la Universitat de les Illes Balears, y, entre otras cosas, valora la posible aplicación de los tubos multi-lecho recomendados en la NTP-978,[1] para la determinación de VOCs en tareas de reparación de embarcaciones. El número de VOCs presentes en estos ambientes asciende a un total de 16 componentes: acetato de metilo, acetato de etilo, 1-butanol, 1-metoxi-2-propanol, 4-metil-2-pentanona, tolueno, acetato de butilo, etilbenceno, *m*-xileno,*p*-xileno, *o*-xileno, 1,2,4-trimetilbenceno, *n*-propilbenceno, 1, 2, 3-trimetilbenceno, *n*-butilbenceno y estireno. Para agilizar el estudio, se eligieron los 5 contaminantes más representativos de cada familia, permitiendo simular el ambiente de trabajo para poder extraer conclusiones. Así pues, en este estudio, se utilizaron los mismos contaminantes, en las mismas condiciones de concentración y análisis, con el objetivo de poder establecer una comparativa útil, una vez se obtengan todos los datos necesarios.

La determinación de la concentración ambiental y laboral de VOCs se realiza por cromatografía de gases (CG) acoplada a un detector de llama (FID) o a un detector de masas (CG-MS). Para poder cuantificarlos correctamente por esta técnica, es necesario que los métodos de muestreo utilizados incluyan la captación activa del aire (con una bomba de muestreo ambiental o personal) que permita la pre-concentración del analito antes de su análisis. Las primeras metodologías propuestas requerían la captación activa de una cantidad muy grande de aire en bolsas o botes destinados a tal fin, que después de analizaban con el accesorio adecuado por CG. Hoy en día sigue usándose esta metodología para ciertos contaminantes, aunque la mayoría se recoge por adsorción sobre un sólido. El sólido que se utiliza para captar la mayoría de los VOCs (con algunas excepciones importantes como el formaldehído) es el Carbón Activo. Esta sustancia presenta una gran afinidad con los VOCs, de manera de la adsorción es rápida, fuerte y efectiva. El problema es la desorción, que sólo puede realizarse mediante el uso de sulfuro de carbono. El proceso es laborioso, ya que incluye la apertura de los tubos de carbón manualmente, y su colocación posterior en un vial con 1 ml de sulfuro de carbono. Después de macerar durante 24 horas, se procede a la inyección del líquido en el CG. A parte de la evidente manipulación de la muestra que esta metodología supone, y que en muchos casos representa la pérdida de información, existen toda una serie de consideraciones de seguridad y comodidad para la persona que realiza el proceso, que es necesario tener en cuenta.

Por esta razón, desde hace algunos años, se han desarrollado metodologías de muestreo basadas en una serie de mezclas de distintos adsorbentes comerciales, mucho menos eficientes en la adsorción de VOCs pero que permiten su desorción de forma directa por temperatura, sin necesidad de mayor manipulación de la muestra, ni dilución en su proceso de análisis.[2] Estos sistemas han demostrado funcionar muy bien para muestras ambientales, en las que las concentraciones de VOCs son relativamente pequeñas. Pero debido a su baja eficiencia de adsorción, no pueden aplicarse a determinados ambientes laborales en dónde su concentración es bastante más elevada, como en tareas de pintado o lacado que se llevan a cabo en espacios cerrados.

Las mezclas de los distintos adsorbentes se colocan en tubos de vidrio o de acero inoxidable (dependiendo el tipo de muestra que vaya a captarse), de medidas estándar, que pueden usarse directamente durante el muestreo. Algunas de las mezclas son muy comunes, de forma que pueden adquirirse los tubos ya preparados. En otros casos, la persona que realiza los muestreos tiene que prepararse su propio stock.

A parte de la nula manipulación de la muestra, otra gran ventaja de estos tubos frente a los de carbón activo, es que son reciclables más de 100 veces. Inicialmente, antes del primer uso se les realiza un proceso de acondicionamiento que incluye 5 ciclos de temperatura (250, 275, 300, 350 y 375ºC) de 10 minutos. Después de cada uso, sólo es necesario un ciclo de desorción a 375ºC durante 10 minutos, antes del siguiente uso.

El instrumento que permite la desorción de estos tubos es la Desorción Térmica (TD o ATD, Analytical Thermal Desorption, en inglés). El principio de la técnica es sencillo: se somete el tubo a un ciclo de calentamiento en un tiempo establecido, hasta una determinada temperatura (normalmente 300ºC, nunca más de 400ºC), acompañado de un flujo constante de gas portador inerte (N_2). Mientras este produce, el contenido del tubo se pre-concentra en una trampa que se encuentra a -30ºC, para asegurar que ningún compuesto volátil se pierda durante el proceso. Finalizado en proceso de desorción, se calienta la trampa de -30 a 300ºC en fracciones de segundo, inyectando esta muestra pre-concentrada directamente en el cromatógrafo de gases.

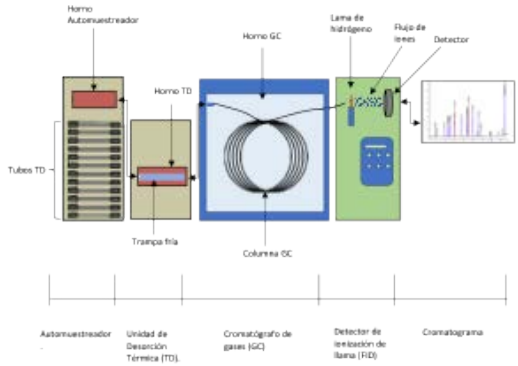


Figura 1.- Esquema del sistema Desorción térmica-cromatógrafo de gases-detector de ionización de llama. Las muestras de VOCs recogidas en tubos TD empacados con el adsorbente se introducen en el muestreador automático. El automuestreador recoge un tubo y lo calienta. Los VOCs se pre-concentran en la trampa fría. La trampa fría se calienta rápidamente y los VOCs son liberados en la columna GC. Los VOCs se separan en la columna GC, en función de su tiempo de retención. Los VOCs son analizados porun detector de ionización de llama (FID).

Los patrones para la cuantificación se preparan en metanol (VOC que, en principio, no interacciona con los adsorbentes) y se inyecta en el tubo a través de un dopador: Un sistema que permite inyectar el patrón mientras está pasando una corriente de N_2. Esta corriente permite la adsorción del analito de forma uniforme en el adsorbente y la liberación del metanol.

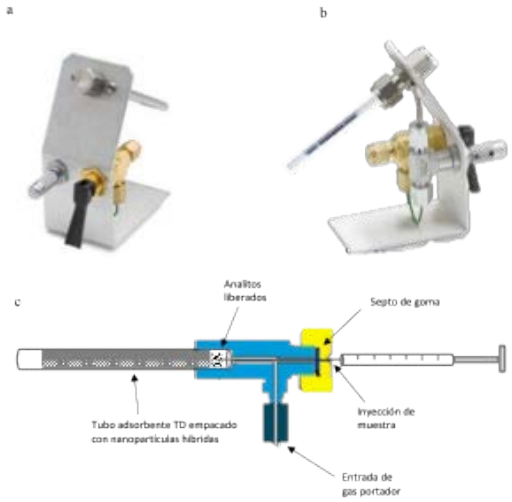


Figura 2.- Dopador utlizado para inyección de patrones para cuantificación de VOCs (a) vista frontal, (b) vista lateral, (c) esquema del mecanismo de inyección.

Para la técnica TD se pueden utilizar diversos absorbentes comerciales, los cuales poseen propiedades intrínsecas especificas dadas por sus características diferentes en estructuras químicas, de superficies y porosas con el fin de retener los diversos compuestos que existen. La capacidad del absorbente y los volúmenes de penetración de los analitos están definidos por diferentes parámetros como el área superficial, la estabilidad térmica, la hidrofobicidad y la posible formación de artefactos, entre otros. La elección adecuada de los diferentes absorbentes o la combinación de ellos es la clave fundamental para poder retener los VOCs.[3]

En la actualidad, los más utilizados en métodos oficiales para determinar VOCs en aire exterior e interior son las técnicas de TD y los tubos de lecho multi-sorbente (o multi- lecho), como por ejemplo, EPA TO-17 USEPA, 1999, método 2549 NIOSH, 1996 y método D -6196-97 ASTM, 1997.

En este trabajo, se realizó un estudio comparativo de rendimiento en el cual, las nanopartículas magnéticas híbidridas sintetizadas por el Grup de Química Supramolecular de la Universitat de les Illes Balears [4] se evaluaron frente a los tubos multilecho utilizados para la captura ambiental de VOCs. Como blanco comparativo, se utilizaron nanopartículas de óxido de hierro sin funcionalizar. En la Figura 3, se observa uno de los tubos de vidrio empacados que se emplearon en el estudio comparativo frente a 3 adsorbentes comerciales distintos.

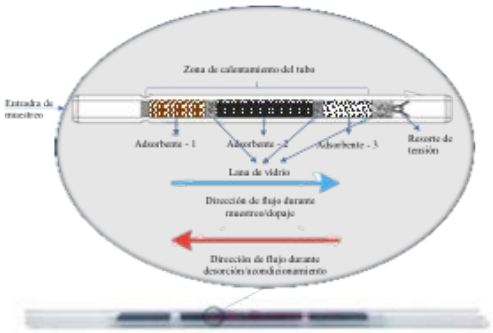


Figura 3.- Tubo multisorbente empelado para el estudio comparativo de rendimiento frente a adsorbentes comerciales.

La finalidad de este proyecto es el estudio inicial necesario para el desarrollo de una metodología de muestreo basada en los nuevos nanomateriales híbridos presentados, dirigida a ambientes laborales muy saturados en VOCs. Así pues, se testarán los distintos nanomateriales en las condiciones optimizadas para los tubos multilecho del método oficial del INSST.[1] De los resultados obtenidos, se extraerán las conclusiones que permitirán avanzar en el desarrollo del nuevo sistema.

METODOLOGÍA

Los nanomateriales híbridos se sintetizaron de acuerdo con la metodología descrita en la bibliografía, publicada por el equipo de investigación en Química Supramolecular.[4] Posteriormente se procedió a empaquetarlos en tubos de desorción térmica para probar su capacidad como adsorbentes de VOCs.

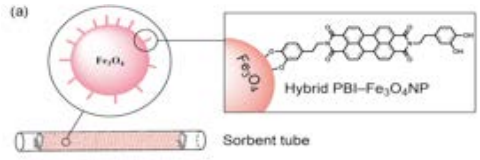


Figura 4.- Estructura de las nanopartículas híbridas funcionalizadas y empaquetamiento en el tubo

Se prepararon los tubos adsorbentes mediante el uso de tubos de vidrio de 6 mm de diámetro y 90 mm de longitud. Se llenaron con distintas cantidades de nanopartículas híbridas dependiendo de la densidad de cada material. En total, se prepararon 9 tubos, 3 corresponden a los tubos multilecho preparados con 3 adsorbentes comerciales (70mg de Carbotrap B, 100mg de Carbopack X y 90mg de Carboxen 575) los cuales, fueron utilizados para realizar la comparativa de rendimiento de acuerdo con la norma oficial.

Como blanco comparativo, se llenaron 3 tubos con 450 mg cada uno de nanopartículas de óxido de hierro sin funcionalizar. Por último, se llenaron 3 tubos con 450 mg cada uno de nanopartículas funcionalizadas con el receptor orgánico basado en perileno-dopamina (NP-PDI).

Para empacar los tubos, se colocó lana de vidrio en ambos extremos. También se colocó un resorte de tensión al final del tubo para evitar la salida del material por exposición al flujo de N_2durante el dopaje de los tubos con las muestras de VOCs.

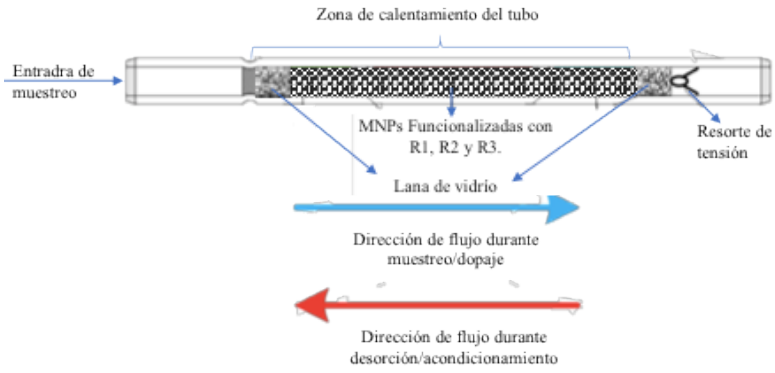


Figura 5.- Empaquetado de tubos adsorbentes para desorción térmica con el nanomaterial híbrido.

Una vez empaquetados todos los tubos, se realizó el acondicionamiento antes del primer uso, el cual incluye 5 ciclos de temperatura (250, 275, 300, 350 y 375ºC) de 10 minutos cada uno. Este acondicionamiento tiene como fin eliminar todo el material que podría estar adsorbido en los tubos incluyendo humedad y solventes remanentes del proceso de síntesis. El proceso descrito sólo se realiza una vez ya que después de cada uso, únicamente se hace necesario un ciclo de desorción a 375ºC durante 10 minutos, antes del siguiente muestreo o dopaje.

Adicionalmente, antes de inyectar las muestras en los tubos, se realizaron blancos en el cromatógrafo que demuestran que los tubos y el sistema (trampa, conducciones y columna) están limpios antes de empezar, sin interferencias en los picos de los contaminantes. Además, se realizó en cada tubo una segunda desorción a 350ºC que demuestra que la primera es completa, es decir, que no queda contaminante en el sólido una vez finalizado el proceso de desorción.

Para estudiar la capacidad de los tubos adsorbentes preparados para captar los VOCs aromáticos y alifáticos, se elaboró una recta de calibrado. Para ello, se preparó 1 mL de solución madre utilizando 140 µl de acetato de metilo, 140 µl de 2-etoxietanol, 140µl de tolueno, 140 µl *o*-xileno, 140 µl *n*-propilbenceno y 300 µl de metanol, como disolvente. Dicha solución se preparó instantes antes de realizar el dopaje y se guardó en refrigeración para limitar la evaporación de los componentes.

Los puntos de la recta de calibrado se obtuvieron mediante la inyección de volúmenes cada vez mayores de esta disolución madre, de 1 a 7 µl, en los tubos preparados, obteniendo un cromatograma inicial de 0 µl, como blanco de tubo. Para asegurar que las condiciones fuesen las mismas en todos los tubos, se realizó la inyección del mismo volumen en cada uno de ellos, en el mismo experimento. El proceso de desorción completo por tubo (desorción seguida de cromatograma) dura aproximadamente 1h, por lo que el análisis de cada punto de la recta de calibrado con los 9 tubos, supuso una duración de unas 9h.

Dado que esta metodología está pensada para la captación de VOCs en fase gaseosa, el hecho de generar una recta de calibrado con los VOCs disueltos en metanol, se considera un proceso de dopaje, y es una metodología validada para la preparación de los patrones necesarios para la cuantificación de muestras reales. Así pues, para no introducir más variables de las necesarias, se utilizaron las condiciones recomendadas en la bibliografía.

El proceso de dopaje de los tubos se realiza utilizando un dispositivo comercial que permite la inyección manual de la solución madre con los VOCs conectado los tubos a través de una rosca hermética que previene las posibles fugas. Por su parte, el flujo de N_2asegura la homogeneidad de la muestra a través de todo el adsorbente. Se utilizó un flujo de 100 mL por min de N_2y un tiempo de dopaje de 5 min. La muestra se inyecta con una microjeringa de cromatografía. Cada análisis se realizó por triplicado en cada una de las 7 inyecciones a los 9 tubos.

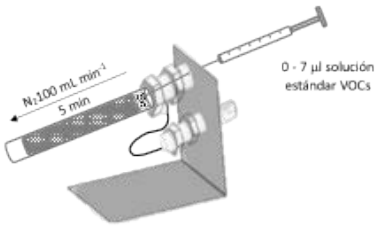


Figura 6. Esquema del equipo de dopaje.

Después de cada dopaje, los tubos se colocaron en la bandeja del muestreador automático del equipo TD y después, se realizó la desorción térmica a 300ºC durante 10 min con un split hacia la trampa del 12%, con lo cual, los contaminantes adsorbidos previamente en el tubo son liberados y pasan a una trampa criogénica que se encuentra a -30ºC en donde son pre-concentrados. La baja temperatura permite asegurar que ningún compuesto volátil se pierde durante el proceso. Después, la trampa se calienta súbitamente de -30ºC a 300ºC y los VOCs son inyectados al cromatógrafo de gases pasando a través de la columna que permite su separación. Las condiciones del cromatógrafo se corresponden con las publicadas en la bibliografía,[5] flujo de 1 mL/min, splitless, la rampa de temperatura se inicia a 40ºC (mantenida durante 1 minuto) y termina a 230ºC, calentando a razón de 6ºC por minuto. La temperatura final se mantiene durante 5 minutos.

RESULTADOS

El análisis de los datos generados permitió la obtención de las curvas de calibrado empleadas en este estudio. En total, se obtuvieron 15 curvas de calibrado que corresponden a los 5 diferentes contaminantes seleccionados en conjunto con los 3 diferentes tipos de tubos estudiados. A continuación se presentan las curvas de calibrado obtenidas todos los tubos multi-lecho del método estándar y para los tubos con el material híbrido ensayado. No se muestra la gráfica correspondiente al acetato de metilo, ya que no fue adsorbido por los materiales ensayados.

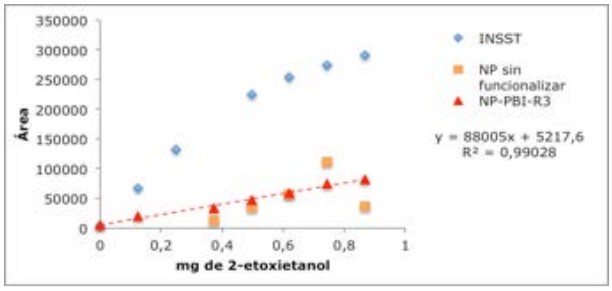


Figura 7. Representaciones obtenidas para el 2-etoxietanol.

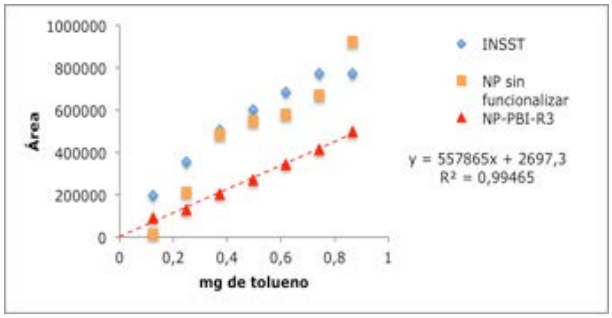


Figura 8. Representaciones obtenidas para el tolueno.

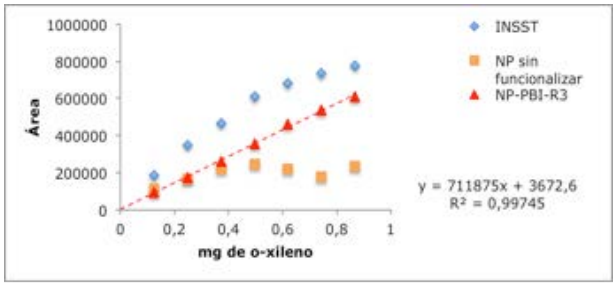


Figura 9. Representaciones obtenidas para el o-xileno.

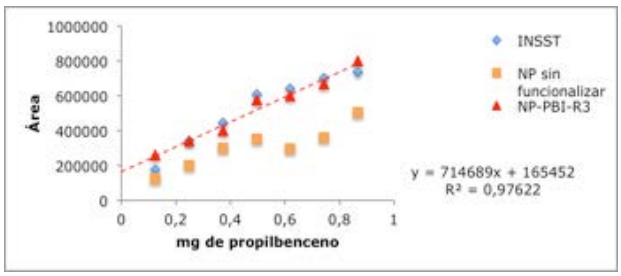


Figura 10. Representaciones obtenidas para el n-propilbenceno.

Los datos utilizados para realizar las rectas de calibrado son medias de las réplicas realizadas. Los ensayos se realizaron por triplicado y se descartaron resultados no válidos, los cuales, se repitieron para confirmar los valores. En estas representaciones, sólo se muestran los puntos que, después de las correspondientes repeticiones, rinden representaciones ajustables. Se ha hecho así, para poder obtener una ecuación que permita el cálculo del grado de retención del absorbente como paso final de este estudio.

Para determinar la eficiencia de adsorción de los tubos, se conectaron dos tubos en serie mediante una unión Swagelock y se cuantificó la cantidad de contaminantes que se retiene en el primer tubo (tubo posterior) a partir de la cantidad de contaminantes que de determinan en un segundo tubo (tubo frontal), ya que ésta representa la cantidad de contaminantes que no fueron adsorbidos por el primer tubo. De esta forma, se calculó el porcentaje de retención del primer tubo. Para esto, se realizó una inyección manual en las mismas condiciones anteriores de 5 □l de la solución madre de VOCs preparada. Este ensayo se realizó por triplicado para cada pareja de tubos.

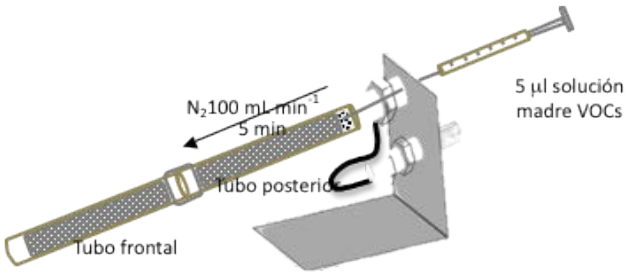


Figura 11. Sistema de inyección en serie utilizado para la cuantificación de VOCs.

Los porcentajes de retención calculados a partir del análisis individual del tubo frontal permitió medir la cantidad de VOCs que no se adsorbió en el tubo posterior. Los resultados dados como % de VOCs retenidos en el tubo posterior para los tubos multi-lecho se presentan en la en la Tabla 3.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de estos análisis para los 3 tipos de adsorbentes siguiendo el método anterior descrito.

Para los tubos del INSST, se obtienen los siguientes porcentajes de retención:

- Acetato de etilo: 0%

- 2-Etoxietanol: >99%

- Tolueno: 94%

- o-Xileno: 98%

- n-propilbenceno: 98%

En el caso de las nanopartículas sin funcionalizar no se obtuvieron representaciones ajustables que permitieran el cálculo de la retención. Para las NP-PDI se obtivieron los siguientes resultados:

- Acetato de etilo: 0%

- 2-Etoxietanol: 60%

- Tolueno: 75%

- o-Xileno: 84%

- n-propilbenceno: 70%

-

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Tal y como se esperaba, los tubos multilecho producen buenas rectas de calibrado. Sin embargo, en las gráficas puede observarse que estos materiales se saturan a concentraciones elevadas. Esto es debido a que estos tubos están pensados y optimizados para adsorber contaminantes ambientales, los cuales se encuentran en concentraciones mucho menores que las laborales. De estos resultados, se puede deducir que seguramente estos tubos no serían útiles en los ambientes saturados que se pretenden evaluar.

En el caso de las nanopartículas sin funcionalizar, aunque los resultados obtenidos en algunas ocasiones rinden buenas rectas de calibrado, la experiencia ha demostrado que no son completamente reproducibles, por lo que no serían fiables a la hora de implantar un método analítico.

Para el acetato de metilo, el contaminante de menor tamaño, se observa un fenómeno muy curioso. Aunque en la bibliografía se describe su cuantificación mediante los tubos multi-lecho en las condiciones ensayadas, los resultados obtenidos, junto con estudios previos a este trabajo, parecen demostrar que el metanol compite con el acetato de metilo por lo sitios de unión, por lo que no se podría utilizar esta metodología para su análisis. Respecto a las nanopartículas propuestas, las gráficas apuntan a que este contaminante no es retenido por NP-PDI, seguramente debido a su pequeño tamaño. En cualquier caso, lo único que puede concluirse en este ensayo es se requieren de más estudios con diferentes disolventes para poder determinar si el efecto observado corresponde a una interacción débil con el contaminante o a un problema de competencia con el metanol, como parece darse en el en el caso los tubos multi-lecho.

La representaciones también muestran que los tres tipos de receptores interactúan bien con el 2-etoxietanol, tolueno, o-xileno y n-propilbenceno, abarcando un todo el abanico de concentraciones. Así pues, para estos contaminantes, debería realizarse un estudio aumentando aún más su concentración, para extraer más información. Para completar el trabajo habría que ir añadiendo el resto de contaminantes para determinar si puede existir competencia por los sitios de unión.

En general, los porcentajes de retención más altos corresponden a los tubos multi-lecho preparados con adsorbentes comerciales. Esto se debe en gran parte, a que la metodología empleada está desarrollada y optimizada para este tipo de materiales. A partir de estos resultados iniciales, se pueden proponer modificaciones, tanto en la composición de los tubos de nanopartículas (nuevos modelos receptores o mezclas de ellos) como en las condiciones experimentales, con el fin de optimizar nuevas metodologías de muestreo adecuadas a lugares de trabajo con ambientes saturados en VOCs.

CONCLUSIONES

Se han realizado estudios sobre la capacidad de retención de 5 ejemplos de VOCs sobre un nanopartículas magnéticas híbridas funcionalizadas mediante el uso de una desorción térmica acoplada a un cromatógrafo de gases acoplado a un detector de ionización de llama (CG-FID). Los resultados obtenidos muestran una buena disposición de los materiales, aunque se necesitan más pruebas para el desarrollo de un método analítico de cuantificación de VOCs basado en estos materiales.

Los experimentos realizados están basados en una metodología oficial publicada, y tienen la finalidad de obtener los resultados iniciales desde donde comenzar a proponer el sistema de captación de VOCs basado las nuevas nanopartículas propuestas. Para optimizar el proceso será necesario realizar pruebas modificando condiciones de desorción, concentración de los analitos, tipos de analito, así como preparar mezclas de los diferentes nanomateriales.

AGRADECIMIENTOS

El Grupo de Química Supramolecular y el Grupo de Recerca en Salud Laboral de la Universitat de les Illes Balears agradecen la financiación al MINECO/AEI de España (proyectos CTQ2014-57393-C2-1-P y CTQ2017-85821-R, fondos FEDER) y al Govern Balear (Vicepresidència i Conselleria d'Innovació, Recerca i Turisme (proyecto AAEE17/2017, fondos FEDER). Se agradece a los Servicios Científicotécnicos (UIB) su soporte técnico en el uso de la instrumentación necesaria para la realización de este trabajo. La Dra. M.S. Gutiérrez agradece a CONACyT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México) la concesión de una beca pre-doctoral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gallego, E.; Rosell, M.G.; Roca, M.; Guardino, X. (2013) *NTP 978: Compuestos orgánicos volatiles: determinación por captación en tubos multilecho y análisi DT-CG-EM*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1-8.

2. Ribes, A.; Carrera, G.; Gallego, E.; Roca, X.; Berenguer, M.A.; (2007) Guardino, X.; Development and validation of a method for air-quality and nuisance odors monitoring of volatile organic compounds using multi-sorbent adsorption and gas chromatography/mass spectrometry thermal desorption system, *Journal of Chromatography A,* 1140, 1-2, 44-55.

3. Ambiente y Salud Instituto Sindical de Trabajo, «ISTAS: Compuestos orgánicos volátiles (COV)», last modified 2010, accedido agosto 27, 2018, https://risctox.istas.net/index.asp?idpagina=621

4. Gutiérrez, M.S; Duel, P.; Hierro, F.; Morey, J.; Piña, M.N.; (2017); A Very Highly Efficient Magnetic Nanomaterial for the Removal of PAHs from Aqueous Media; *Small*, 14, (8), 1702573.

5. Piña M.N., Rodríguez P., Gutiérrez M.S., Quiñonero D., Morey J., Frontera A.; (2018); Adsorption and Quantification of Volatile Organic Compounds (VOCs) by using Hybrid Magnetic Nanoparticles; *Chem. Eur. J.*, 24, 12820-12826

INFLUENCIA DE DISTINTOS PARÁMETROS EN LA MEDIDA DE VIBRACIONES DE MÁQUINAS PORTÁTILES Y OTRAS DE PEQUEÑAS DIMENSIONES

RESUMEN / ABSTRACT

En el póster se presentan las conclusiones del estudio realizado por el INSST, “Vibraciones en máquinas portátiles y otras de pequeñas dimensiones. Parte 1, máquinas de mantenimiento; parte 2, máquinas de jardinería y limpieza”.
El objetivo final del estudio es conocer el comportamiento de las vibraciones en 29 máquinas distintas al variar diferentes parámetros que entran en juego.
Se han realizado los ensayos con instrumentación adecuada, y según la norma UNE-EN ISO 5349:2002.
El estudio recoge:
- los resultados por máquina según las distintas condiciones de uso
- el análisis de la influencia de parámetros tales como: velocidad, material, herramienta insertada, etc.
- la comparativa por familias de máquinas (taladros, amoladoras, etc.)
Conclusión del estudio: Determinados parámetros influyen significativamente en las vibraciones. Para estimar el riesgo a vibraciones a partir de los resultados de un ensayo, las condiciones reales de los parámetros críticos deben ser similares a las del ensayo.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Resultados de los ensayos de vibraciones mecánicas en máquinas
Análisis de la influencia de diferentes parámetros en las vibraciones
Comparación por familias de máquinas

AUTORES / AUTHORS

Rafael Sánchez-Guardamino Elorriaga
INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
rsanchez-guardamino@insst.meyss.es
Juan Leiva Pérez
INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
jleivape@insst.meyss.es

INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes:

En cumplimiento del Real Decreto 1311/2005 sobre la protección de los trabajadores a los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas, la empresa debe realizar una evaluación de riesgos, y a partir de sus resultados tomar las decisiones sobre las acciones que, en su caso, fueran necesarias para controlar el riesgo.

El riesgo de la exposición a vibraciones mecánicas transmitidas al sistema mano-brazo afecta a muchos millones de trabajadores durante períodos muy prolongados a lo largo de su vida laboral. El uso de máquinas portátiles y otras de pequeñas dimensiones conducidas con las manos está muy extendido en todos los sectores de actividad. Las vibraciones mano-brazo tienen efectos en la salud, que son muy limitantes, e incluso invalidantes.

Estudios anteriores, así como la propia percepción del ser humano, han revelado que las vibraciones generadas por máquinas portátiles y guiadas a mano, en muchos casos, son muy elevadas y fluctuantes. Por ello, y debido al gran uso que se hace de estas máquinas en muchos sectores profesionales, se ha considerado oportuno hacer un estudio más detallado sobre la influencia que distintos parámetros puedan tener sobre la aceleración eficaz que dichas máquinas transmiten al sistema mano-brazo.

El INSST ha realizado un proyecto de investigación, “Vibraciones en máquinas portátiles y otras de pequeñas dimensiones. Parte 1, máquinas de mantenimiento; parte 2, máquinas de jardinería y limpieza”, que ha incluido numerosas mediciones “in situ”, y cuyas conclusiones son objeto del trabajo que se presenta.

El objetivo del estudio es doble. Por un lado, ampliar el conocimiento del comportamiento de las vibraciones al variar las condiciones de trabajo de las máquinas portátiles en situaciones reales (parámetros de la máquina, trabajador, material); y, por otro lado, proporcionar información que facilite a los empresarios el cumplimiento de su deber de evaluar la exposición de los trabajadores a las vibraciones mecánicas, tal y como establece el Real Decreto 1311/2005.

Este proyecto tiene el objetivo adicional de alimentar la base de datos BASEVIBRA, accesible desde la página WEB del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, con datos medidos en situaciones reales, de forma que permita la evaluación por estimación de los riesgos derivados de la exposición a vibraciones por el uso de máquinas portátiles y guiadas a mano.

Este estudio está accesible en la página WEB del INSST, en el apartado de catálogo de publicaciones, que incluyen toda las mediciones y el análisis de la influencia de cada parámetro en las vibraciones de cada máquina.

Este trabajo presenta las conclusiones más relevantes que se extraen de la discusión de resultados obtenidos a partir de los ensayos.

2. Alcance del estudio:

El estudio se llevó a cabo en 29 máquinas, a través de más de 260 ensayos realizados durante 4 años. De ellas, 14 corresponden a máquinas de mantenimiento, y las 15 restantes, corresponden a máquinas de jardinería y limpieza. Se ha analizado cómo influyen las distintas condiciones de ensayo en el nivel de vibración en función de los distintos usos de las máquinas, materiales sobre los que se trabaja, etc.

En la siguiente tabla – distribución de ensayos por máquina -, se indican los modelos y el número de ensayos realizados sobre ellas, así como el número total de muestreos, para las máquinas de mantenimiento y para las máquinas de jardinería y limpieza.

MÁQUINAS DE MANTENIMIENTO			MÁQUINAS DE JARDINERÍA Y LIMPIEZA		
Denominación de la máquina	**Nº ensayos**	**Nº de muestreos**	**Denominación de la máquina**	**Nº ensayos**	**Nº de muestreos**
LIJADORA BOSCH PSS180A	14	55	CORTACÉSPED SABO 52-S Vario	8	39
LIJADORA BOSCH GSS 230 AE	22	89	CORTACÉSPED OUTILS WOLF Pro 51	4	20
TALADRO BOSCH 1199.7	35	134	CORTACÉSPED OUTILS WOLF NTB	3	19
TALADRO BOSCH GSB 22-2RCE	26	102	DESBROZADORA STIHL FS480	9	44
TALADRO METABO SBE-800/2S-R+L	26	104	DESBROZADORA STIHL FS280K	17	64
TALADRO WURTH H-28-MAS	8	30	CORTASETOS ECHO HC-1500	10	37
TALADRO ATORNILLADOR HITACHI DV 18 DSL	2	8	CORTASETOS HITACHI CH 62 EA (ST)	6	31
SIERRA DE CALAR BOSCH GST 135 BCE	14	51	MOTOSIERRA STIHL 08	6	18
SIERRA DE CALAR METABO STEB 10S PLUS	12	48	SOPLADORA STIHL BR420	7	28
MARTILLO PERCUTOR METABO BH E6045S	8	32	SOPLADORA STIHL SH 86	11	32
AMOLADORA BOSCH GWS 18-180	3	16	SOPLADORA STIHL BR430	6	30
AMOLADORA BOSCH GWS 10-125C	5	18	PULIDORA ROTATIVA WIRBEL CS3	4	13
AMOLADORA BOSCH GWS 23	3	13	PULDIDORA ROTATIVA GOLIA 53	8	40
SIERRA SABLE METABO GWS 23-230	4	14	PULIDORA ROTATIVA NUMATIC NPO 1425 S	4	21
TOTAL	**182**	**714**	HIDROLIMPIADORA KARCHER K 7.85 M	8	40
			TOTAL	**111**	**476**

Distribución de ensayos por máquina

Los parámetros analizados para las máquinas de mantenimiento dependiendo de las características de cada una, son los siguientes:*Distribución de ensayos por máquina*

- Dureza del material, según se trabaje con madera, hierro u hormigón

- Caracterización de la mano, según sea mano preferente o mano guía
- Diferentes útiles de trabajo, por ejemplo, tamaño de broca para taladros, tipo de cincel (plano o tipo punzón) para martillos percutores, tamaño de grano para lijadoras, espesor de disco para amoladora BOSCH GWS 10-125C
- Velocidad de la máquina, según disponga de selector de velocidad
- Balanceo de la máquina, en caso de disponer de esta opción, como es el caso de la sierra caladora METABO STEB 10S PLUS y sierra sable METABO GWS 23-230.

Los parámetros analizados para las máquinas de jardinería y limpieza según proceda en cada una de ellas, son los siguientes:

- Caracterización de la mano, según sea mano preferente o mano guía. No se ha tenido en cuenta en aquellas máquinas que se utilicen con una sola mano, o en aquellas que se haya considerado que la posición de agarre de ambas manos era simétrica con respecto al manillar único y rígido.
- Diferentes útiles de trabajo, por ejemplo, tipo de disco o que use cristalizador o no, para pulidoras.
- Velocidad de la máquina, por ejemplo, la máquina trabajando a ralentí, a plena potencia, o acelerando y desacelerando según necesidad
- Posición de la mano guía o posición en el manillar cuando éstos no son simétricos.

Para aquellas máquinas en las que se disponía de valor declarado por el fabricante, se ha realizado una comparación con los valores obtenidos de las mediciones.

METODOLOGÍA

1. Estrategia de muestreo:

La estrategia de muestreo se ha diseñado conforme a lo establecido en la norma UNE-EN ISO 5349:2002 “Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano”, Parte 1 “Requisitos generales”; y parte 2 “Guía práctica para la medición en el lugar de trabajo”. No obstante, para poder alcanzar los objetivos de este proyecto se han llevado a cabo un número de ensayos y unos tiempos de medición superiores a lo indicado en la norma. De tal forma que la aceleración eficaz reflejada para un ensayo corresponde a 4 o 5 medidas de campo promediadas en el tiempo, con una duración cada una de ellas de entre 25 y 40 segundos.

En la mayoría de los casos se han intentado reproducir (en diferentes años) las mismas condiciones de trabajo, con una misma máquina, para poder hacer posteriores comparativas.

Previamente a la realización de los ensayos, se diseñó la estrategia de muestreo en la que se establecía:

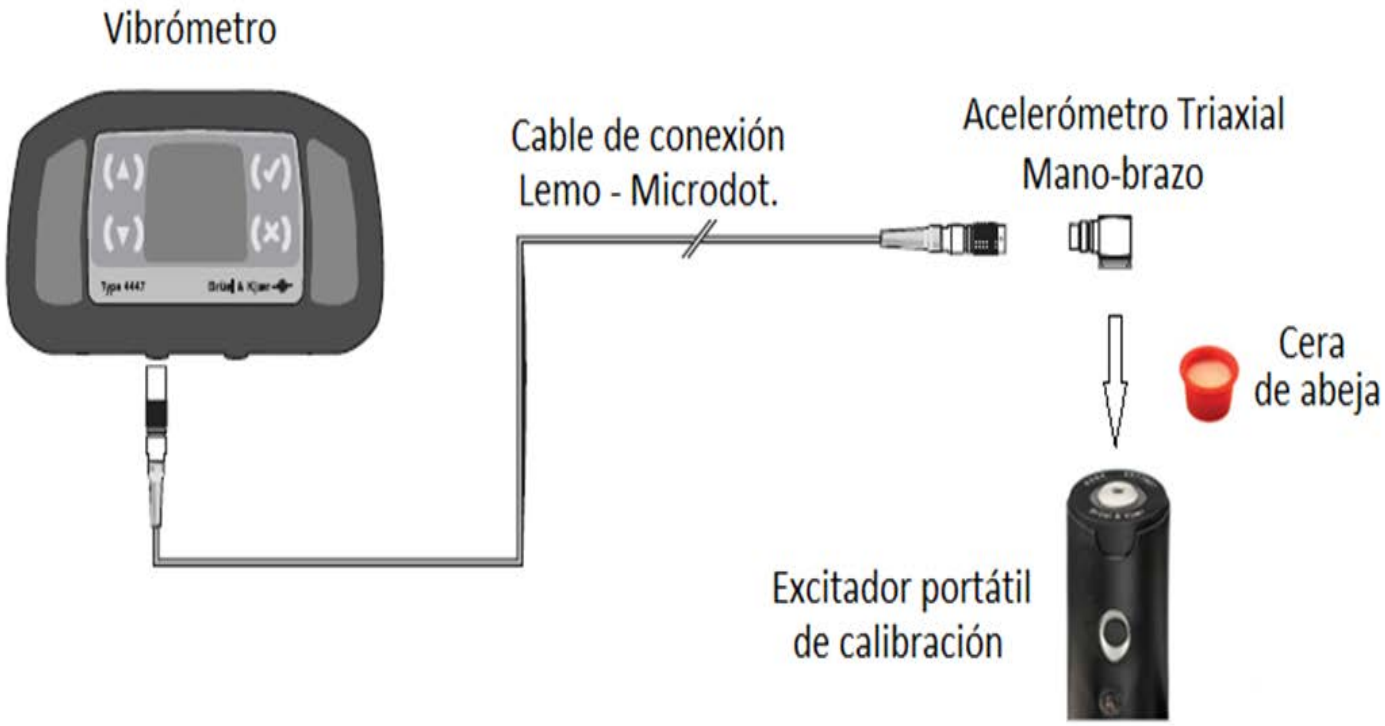
- la máquina portátil o la máquina de pequeñas dimensiones que se iba a ensayar.
- las condiciones de funcionamiento de la máquina que eran de interés: velocidad, trayectoria, ciclos, útiles.
- las condiciones de operación: utilización con una mano o dos manos.
- los materiales sobre los que se suele trabajar según los modos de funcionamiento previstos por el fabricante: madera, metal, hormigón…
- acelerómetros triaxiales a colocar (para una o dos manos) y lugar más apropiado.
- número de veces a repetir cada medida y tiempo de muestreo: en la mayoría de los casos se realizaron un mínimo de 4 medidas con una duración no inferior a 20 segundos para una misma condición de trabajo.

2. Instrumentación de medida:

Los medios técnicos utilizados para los ensayos de medida de las vibraciones de máquinas de mantenimiento, objeto de este informe, fueron:

- Analizador portátil de vibraciones en el cuerpo humano de 4 canales (vibrómetro tipo 4447).

Se ha utilizado este equipo portátil para recoger la medida de vibraciones de máquinas cuya operación requería el desplazamiento del operario (tareas dinámicas) o, generalmente, en tareas de exterior, ya que este equipo de medida permitía ser portado por el propio trabajador.



- Módulo de adquisición Front End tipo 3560 D con sistema multianalizador PULSE tipo 7700.

Esta instrumentación multicanal permite el análisis de frecuencias y la medición de la aceleración eficaz simultánea en ambas manos. Se utiliza para la medición de las vibraciones correspondientes a las máquinas asociadas a actividades estáticas, pues este equipo no puede ser portado por el operario. Generalmente, se utiliza en interiores. La lectura se registra directamente en el ordenador, a través de un paquete específico de software.



- Otros medios materiales: acelerómetros triaxiales mano-brazo, excitador portátil de comprobación para ajuste de sensibilidad, cables de conexión, adaptadores de mano-, software y hardware asociado al equipo.

Los equipos utilizados están homologados y cumplen la norma ISO 8041:2005. Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida.

RESULTADOS

En las dos siguientes tablas se muestran los resultados globales obtenidos en las mediciones. Los datos que aparecen corresponden al valor mínimo de aceleración eficaz medido, el valor máximo y el valor de la mediana. Debe tenerse en cuenta que estos valores son los correspondientes a los obtenidos en todos los ensayos de cada una de las máquinas independiente de las condiciones de ensayo.

	Mediana m/s^2	Valor máximo m/s^2	Valor mínimo m/s^2
SIERRA SABLE METABO PSE 1200	26,0	28,2	20,4
LIJADORA BOSCH PSS180A	19,8	25,8	11,1
TALADRO WURTH H-28-MAS	14,1	16,9	10,2
LIJADORA BOSCH GSS 230 AE	11,2	26,4	4,2
MARTILLO PERCUTOR METABO BH E6045S	9,9	16,4	6,6
SIERRA DE CALAR METABO STEB 10S PLUS	7,7	13,5	5,0
TALADRO BOSCH GSB 22-2RCE	7,4	21,7	2,4
AMOLADORA BOSCH GWS 23	7,3	13,2	6,9
TALADRO BOSCH 1199.7	6,6	25,4	1,4
TALADRO METABO SBE-800	6,4	21,4	2,3
AMOLADORA BOSCH GWS 10-125C	5,0	8,3	2,3
AMOLADORA BOSCH GWS 18-180 (disco de corte 3mm)	4,7	6,3	2,7
SIERRA DE CALAR BOSCH GST 135 BCE	4,5	12,7	2,1
TALADRO ATORNILLADOR HITACHI DV 18 DSL	1,6	1,8	1,3

Resultados obtenidos para cada una de las máquinas estudiadas (Mantenimiento)

	Mediana m/s^2	Valor máximo m/s^2	Valor mínimo m/s^2
MOTOSIERRA STIHL 08	11,0	14,2	2,5
CORTASETOS ECHO HC-1500	9,6	15,2	3,3
CORTACESPED OUTILS WOLF PRO51	6,3	8,6	5,9
CORTASETOS HITACHI CH 62 EA(ST)	6,1	8,4	5,2
CORTACESPED SABO 52-S VARIO	5,5	6,0	4,1
DESBROZADORA STIHL FS280K	5,0	9,6	2,9
CORTACESPED OUTILS WOLF NTB	3,8	4,2	3,3
DESBROZADORA STIHL FS480	3,7	4,7	3,0
SOPLADORA STIHL BR430	2,8	3,6	1,9
HIDROLIMPIADORA KARCHER K 7.85 M	2,1	3,6	0,7
SOPLADORA STIHL BR420	1,9	3,1	1,3
SOPLADORA STIHL SH86	1,8	4,2	1,3
PULIDORA ROTATIVA NUMATIC NPO 1425 S	1,8	2,5	1,0
PULIDORA ROTATIVA GOLIA 53	1,7	2,0	0,9
PULIDORA ROTATIVA WIRBEL CS3	1,3	1,4	0,7

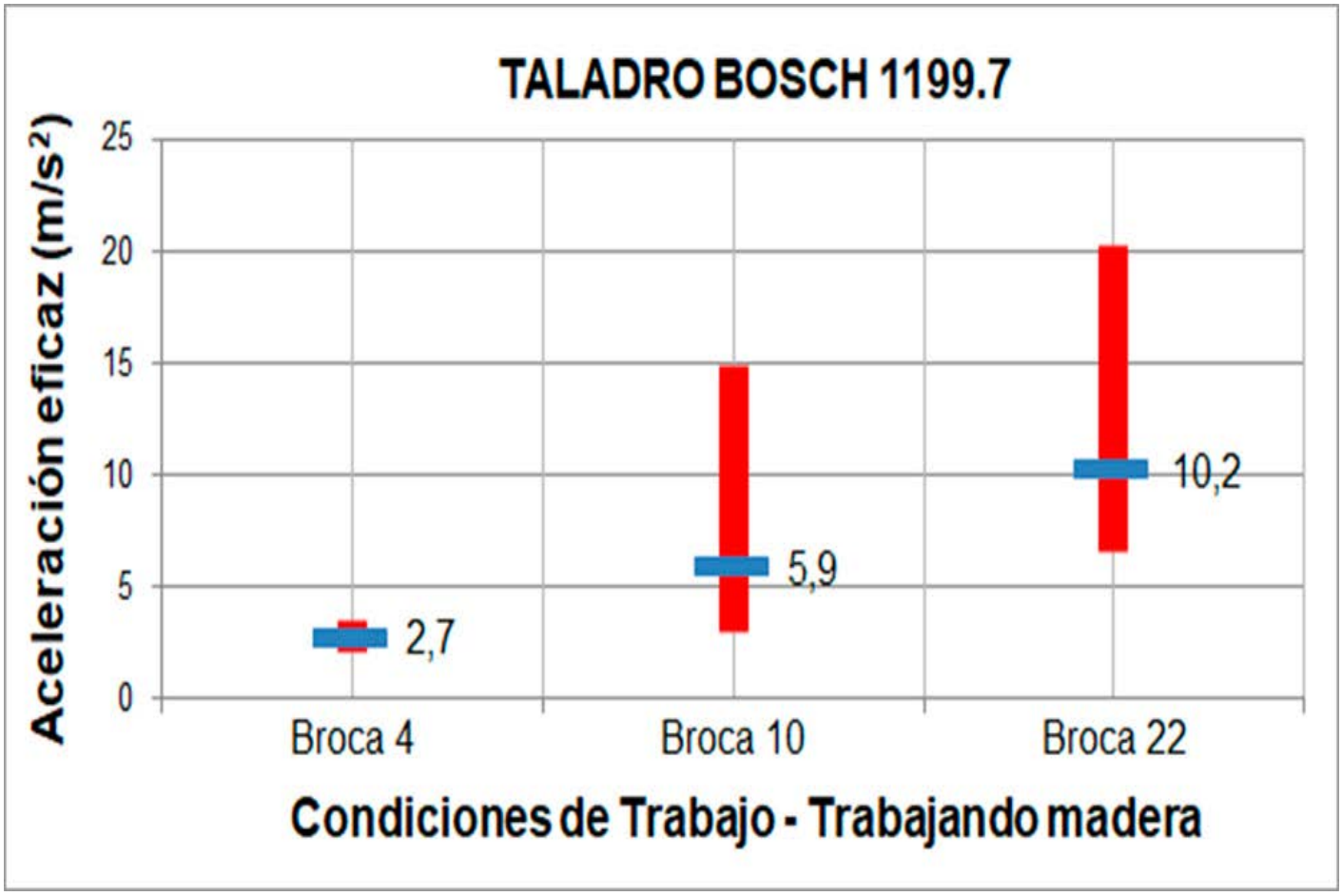
Resultados obtenidos para cada una de las máquinas estudiadas (Jardinería y limpieza)

Para cada máquina se ha analizado cómo varía la aceleración eficaz ponderada al cambiar las condiciones de trabajo respecto a un determinado parámetro de ensayo, como puede ser caracterización de la mano, tamaño del útil, velocidad de la máquina.

Se ha expresado en una gráfica la influencia de los parámetros en la aceleración eficaz, de forma que en el eje de abscisas se representa las distintas condiciones para un determinado parámetro y en ordenadas la aceleración eficaz en m/s^2.

La barra de color rojo refleja el intervalo de valores de las vibraciones registradas para los diferentes ensayos realizados, y la barra de color azul, la mediana, que es el valor central de todo el conjunto de datos ordenados de menor a mayor, lo que permite desechar aquellos valores extremos y que no tengan influencia en el valor central.

A modo de ejemplo, en el siguiente gráfico se muestra los resultados obtenidos de los ensayos del taladro BOSCH 1199.7 al trabajar la madera. Se observa que la aceleración aumenta al aumentar el tamaño de broca.



Ejemplo de gráfico para el análisis de la influencia del tamaño de broca en la aceleración del taladro, trabajando madera

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

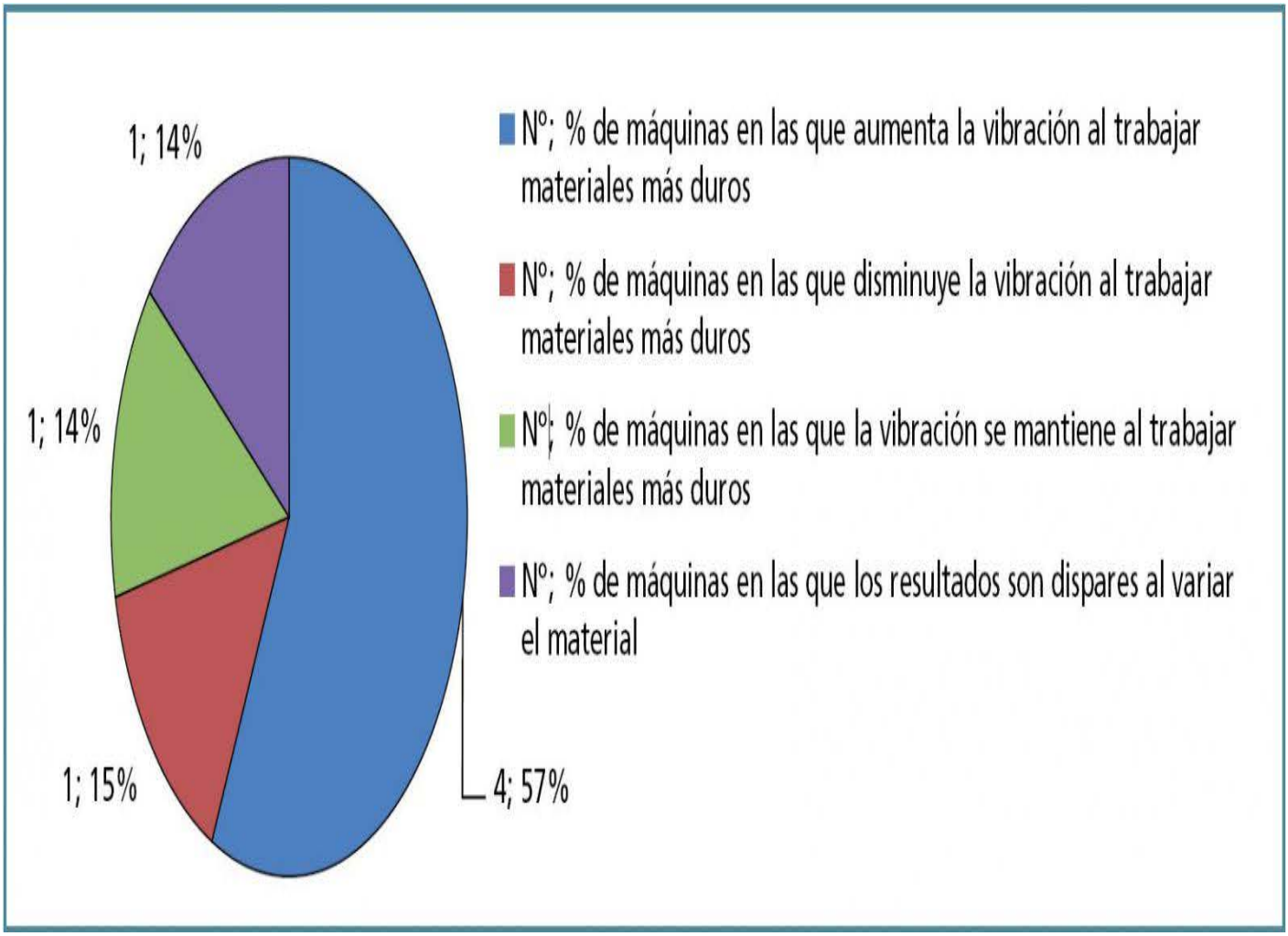
Tras analizar todos los resultados obtenidos para las diferentes máquinas portátiles ensayadas, cabe confirmar que las vibraciones generadas por este tipo de máquinas, en condiciones reales o simuladas de trabajo, están influenciadas por muchas variables que se presentan de forma simultánea, lo que hace complicado (debido a la gran dispersión de resultados) poder obtener conclusiones generales que sean extrapolables al conjunto de máquinas ensayadas.

No obstante, se ha realizado el análisis por parámetros y por familias de máquinas para intentar ilustrar los resultados obtenidos en las mediciones de campo realizadas.

1. Análisis por parámetro:

El estudio presenta diagramas de sectores para los distintos parámetros analizados. En ellos, para cada condición del parámetro, se indica el número de máquinas que lo cumplen y el porcentaje sobre el número de máquinas para las que se ha analizado dicho parámetro.

A modo de ejemplo, en el siguiente gráfico se muestra el número de máquinas estudiadas, y su porcentaje, que cumplen la condición de aumentar, disminuir, mantener constante, obtener disparidad las vibraciones al aumentar la dureza del material.



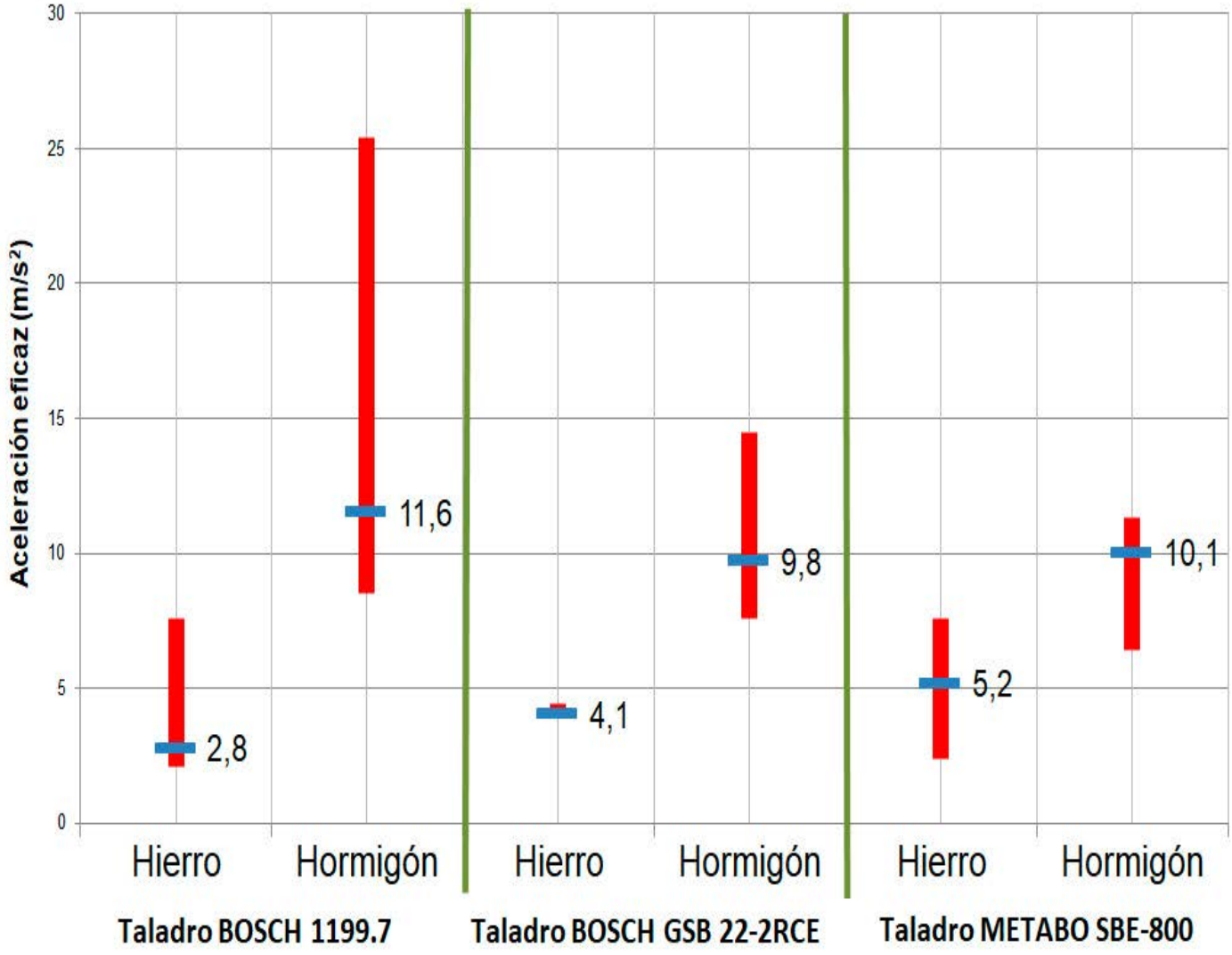
Ejemplo de gráfico de sectores para el análisis de cómo afecta el parámetro de la dureza del material a las vibraciones mecánicas transmitidas por las máquinas de mantenimiento.

2. Análisis por familias de máquinas:

El estudio incluye una comparativa por familias de máquinas. En el caso de las máquinas de mantenimiento se han considerado 4 familias: Lijadoras, taladros, sierras de calar y amoladoras. Las máquinas de jardinería y limpieza se han agrupado en 5 familias: cortacéspedes, desbrozadoras, cortasetos, sopladoras y pulidoras rotativas.

Se han cruzado las distintas máquinas de una familia, para analizar el efecto que tiene un parámetro dado en las vibraciones obtenidas en los ensayos, a fin de observar si el comportamiento de las vibraciones es el mismo para todas las máquinas de la familia.

A modo de ejemplo se muestra en el gráfico de barras siguiente que para los 3 taladros la vibración aumenta al trabajar sobre hormigón respecto a las que se obtiene cuando se trabaja sobre hierro, usando brocas entre 6 y 6,5 mm.



Ejemplo de comparativa entre hierro y hormigón con brocas de 6 o 6,5 para cada uno de los taladros estudiados

CONCLUSIONES

En este epígrafe se mencionan las conclusiones que se derivan del estudio, que son la siguientes:

- Sobre el valor declarado, cabe destacar que el 30% de las máquinas estudiadas no disponen de valor de la aceleración eficaz declarada en el manual de instrucciones del fabricante. El punto 2.2.2.1, "Máquinas portátiles y máquinas guiadas a mano", del Anexo I, de la Directiva de máquinas 2006/42/CE, establece como requisito esencial complementario de seguridad y de salud para este tipo de máquinas, la obligación de que el fabricante indique en el manual de instrucciones:
  - *el valor total de la vibración a la que está expuesto el sistema mano-brazo, cuando exceda de 2,5 m/s^2. Cuando no exceda de 2,5 m/s^2, se deberá mencionar este particular*
  - *La incertidumbre de la medición.*
- Los valores de emisión de vibración facilitados por los fabricantes en sus manuales de instrucciones, en general, difieren con los valores de exposición obtenidos en los ensayos llevados a cabo en situaciones reales de trabajo o simuladas. Por ello, a la hora de recurrir a la evaluación por estimación partiendo de los datos facilitados por el fabricante, es necesario utilizar la norma

UNE-CEN/TR 15350:2013 IN, que está actualmente siendo revisada por CEN.

- Las máquinas de mantenimiento transmiten mayores vibraciones que las máquinas de jardinería y limpieza. De hecho, de las 14 máquinas de mantenimiento estudiadas, sólo se obtuvieron medianas de aceleraciones eficaces inferiores a 5,0 m/s^2, para 3 máquinas, siendo una de ellas, el taladro atornillador HITACHI DV 18 DSL, incluso menor de 2,5 m/s^2. De las 15 máquinas de jardinería y limpieza analizadas, en seis de ellas (las tres pulidoras, la hidrolimpiadora y en dos de las sopladoras) se obtuvo una mediana inferior a 2,5 m/s^2. Al comparar las máquinas que más vibran en cada uno de los grupos, se identifican en el caso de las máquinas de mantenimiento, la sierra sable METABO, para la que se obtuvo una mediana de 26,0 m/s^2, o las lijadoras, 11,2 y 19,8 m/s^2, según modelo; para las máquinas de jardinería y limpieza la motosierra STIHL (11,0 m/s^2) y los corta-setos (6,1 y 9,0 m/s^2, según modelo)
- Sobre la influencia de los parámetros estudiados en la vibración transmitida al sistema mano-brazo, se debe destacar que los parámetros que más afectan a la vibración son la dureza del material y el tamaño de la herramienta, como ocurre con el tamaño de broca para los taladros. De seta forma al aumentar la dureza del material sobre el que se trabaja y el tamaño de la herramienta, aumenta la vibración. En cuanto a la velocidad de la máquina, en la mayoría de los casos, al aumentar la velocidad aumenta también las vibraciones. No obstante, para las lijadoras ocurre lo contrario, a mayor velocidad, menor vibración. Respecto a la caracterización de la mano, no se ha podido determinar cuál de las dos manos - la mano preferente o la mano guía - está más expuesta a vibraciones
- Finalmente, dado que determinados parámetros tienen un efecto significativo en las vibraciones, se deben identificar las condiciones de ensayo bajo las que se han obtenido los valores de aceleración eficaz. De esta forma, se podrán utilizar estos valores para evaluar el riesgo de exposición a vibraciones en un puesto concreto de trabajo, siempre que las condiciones de uso real sean similares a las condiciones en las que aquellos fueron obtenidos.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a todas las instituciones tanto estatales como autonómicas, organismos oficiales y privados, entidades, empresas y técnicos que colaboran de manera activa en el desarrollo de proyectos de investigación en materia de vibraciones mecánicas que afectan a la salud humana.

Quisiéramos también extender nuestro agradecimiento a todas a aquellas personas que han participado en este proyecto, y que ya no están en el INSST, ya que su aportación ha enriquecido este proyecto.

Finalmente agradecemos al XIX Congreso Internacional de Prevención de Riesgos Laborales Madrid ORP 2019 por su impulso a este tipo de proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Directiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (vibraciones) de 25 de junio de 2002. D.O.C.E. núm. L177/13-19, de 6 de julio de 2002.
2. Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. BOE núm. 265 de 5 de noviembre.
3. Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
4. Página web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. http://www.insht.es/
5. UNE-EN ISO 5349-1:2002. Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 1: Requisitos generales
6. UNE-EN ISO 5349-2:2002. Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 2: Guía práctica para la medición en el lugar de trabajo.
7. UNE-EN ISO 8041: 2006. Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida.

Estamos preparados para los nuevos ambientes de trabajo entre humanos y robots? El punto de vista jurídico.

RESUMEN / ABSTRACT

Con las innovaciones traídas por la 4ª revolución industrial, nos encontramos con nuevos paradigmas en el ambiente de trabajo y la dignidad humana ha sido puesta a prueba a cada innovación introducida en el cotidiano de las personas.
A nivel global tenemos la iniciativa de la ONU con la Agenda 2030 con los Objetivos de Desarrollo Sostenible para garantizar niveles básicos en un nivel superior a los encontrados hoy en día.
El nivel de desarrollo traído por los algoritmos, inteligencia artificial y robótica ha creado varios nuevos problemas para el bienestar en el ambiente de trabajo, siendo necesario pensar en cómo promover un ambiente de trabajo sano donde trabajan humanos y robots, aún más en tiempos en que ya se considera el fin del posmodernismo y la entrada en el altermodernismo.
Estamos ante un dilema vivido en épocas Romanas, cuando resolvieron construir puentes para la travesía de ríos. La profesión de los barqueros acabó, pero, las posibilidades de desarrollo del comercio y del confort creado permitió la expansión de uno de los mayores imperios que ya ha habido en nuestra historia. Cada paso que damos delante, debemos mirar hacia atrás. Es la innovación retomando el pasado.
Mientras persista al último trabajador en pie, debemos pensar en cómo mantener un ambiente de trabajo sano para garantizar la dignidad humana en medio de las innovaciones a todos. Debemos atentarnos si los sistemas legislativos ya permiten un vislumbre de este nuevo ambiente de trabajo, porque su protección es necesaria, o si un nuevo trabajo de cambio de conciencia debe iniciarse para prepararnos para este nuevo paso.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Futuro del trabajo
Innovación tecnológica
Humanos y Robots

AUTORES / AUTHORS

Adriano Jannuzzi
IBGPAT
bmo.bmo@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Más y más la evolución de los medios de producción ha agregado el uso de robots en los productos medios. A medida que evolucionan, algunos todavía luchan por esta evolución para no significar la destrucción[1], sin embargo, una necesidad más inmediata y urgente es garantizar que el creciente despliegue de los trabajadores robóticos no traiga nuevos riesgos a los trabajadores humanos. Esto se enfatiza aún más en los titulares continuos sobre los trabajadores heridos o asesinados por robots[2].

Antes de tener el uso de robots en las líneas de producción, ya tenemos en la ciencia ficción de Isaac Asimov la preocupación de establecer reglas para la producción de robots. En su libro I, robot, de 1942, el autor estableció las tres leyes de la robótica[3]. De importância para a segurança ocupacional é a primeira lei: "um robô não pode ferir um ser humano ou, através da omissão, permitir que um ser humano seja prejudicado."

El primer registro del uso del término "robot" es del libro de ciencia ficción del escritor checo Karel Čapek en el libro "R.U.R." de 1920[4]. La palabra tiene raíces comunes en varios idiomas eslavos originario de una palabra de la antigua iglesia Eslava, "rabota," que significa "servidumbre,"[5] y actualmente significa "trabajo" en varias lenguas eslavas modernas. En la historia, el término se refiere a "personas" artificiales que fueron creados para realizar el trabajo para los seres humanos. Hoy en día, el término robot se utiliza para definir cualquier dispositivo capaz de actuar automáticamente en una función dada[6]

La complejidad de las tareas realizadas por los robots, y el grado de autonomía y capacidad de autoaprendizaje, han aumentado constantemente desde la creación del primer robot industrial en 1937.[7]

La oleada inicial de robots industriales se introdujo en la década de 1970, cuando empezaron a utilizarse en el sector manufacturero para el montaje de automóviles. La segunda onda de robots despega a la vuelta del siglo 21 con la introducción de robots de servicio. Se facilitó gracias a la creciente autonomía y capacidad sensorial de los robots, junto con la disminución del costo y el tamaño de los controladores de microprocesador, lo que condujo al desarrollo de robots móviles capaces de operar de manera autónoma en entornos. tales como zonas de desastre ("drones"). Con la disponibilidad de robots colaborativos[8] relativamente barato capaz de trabajar en contacto directo con las personas, ahora estamos entrando en la tercera oleada de robots, donde los trabajadores robóticos operan junto a los trabajadores humanos y los trabajadores simbióticos, es decir, los trabajadores humanos Equipado con dispositivos de mejora de rendimiento robóticos como exoesqueletos robóticos y otras prótesis de refuerzo de capacidad.

A medida que más robots, especialmente los que son móviles, entran en contacto directo con los trabajadores, las preocupaciones sobre el perfil de seguridad del espacio de interacción trabajador-robot han aumentado. Históricamente, los trabajadores humanos son los primeros en experimentar los efectos adversos de cualquier nueva tecnología. Además, la duración de la exposición de los trabajadores humanos a las nuevas tecnologías es a menudo mayor que en la población general.

En la historia de Čapek, los robots se rebelaron y exigieron igualdad de derechos a los humanos[9]. Al rechazar esta demanda, fueron exterminados. A medida que nos acercamos a la creciente sofisticación de los robots de inteligencia artificial que han adquirido autoconciencia, se hicieron llamadas para comenzar a pensar en la amenaza de los robots autoconscientes para la humanidad. Algunos estudiosos sugieren que los robots con inteligencia artificial deben ser tratados como personas y dados los derechos humanos, incluyendo los derechos a la vida y la seguridad.[10] Además, con la evolución del Internet de las cosas están presentes varias áreas de operación de robots y nuevas tecnologías.[11]Además de la ciencia ficción tenemos el caso de Un trabajador de 22 años murió aplastado por un robot dentro de una fábrica de Volkswagen en la ciudad de Baunatal, en la región central de Alemania[12].

Fue empleado de una empresa de servicios y trabajó en la instalación del robot en una línea de producción de motor eléctrico, cuando lo agarró y lo sujetó contra una placa metálica.

El chico tenía un pecho gravemente herido. Fue reanimado en la escena, pero terminó muriendo en un hospital en Kassel, una ciudad cercana. La instalación, aunque se hizo dentro de la planta de Volkswagen, aún no se había entregado a la empresa de automóviles.

¿Concederán a la sociedad los derechos de los robots inteligentes para proteger al trabajador? El tiempo lo dirá. Pero, sin embargo, ahora es el momento de tomar medidas para asegurar que todo se está haciendo para asegurar que los trabajadores humanos están totalmente protegidos contra los robots con capacidades crecientes para crear peligros en el lugar de trabajo.

METODOLOGÍA

A través del análisis de los datos encontrados en noticias, búsqueda de legislaciones locales e investigaciones sobre el tema, vamos a trazar un paralelo entre las legislaciones existentes y las formas de gestión que concuerdan con estas innovaciones.

RESULTADOS

Se puede observar que algunos países ya tienen pautas y parámetros específicos para el desarrollo de nuevos robots que pueden vivir en un ambiente de trabajo sano y seguro.

Legislación

Corea del sur

Corea del sur es conocida por su diverso y amplio aspecto revolucionario y tecnológico. No es de extrañar que sea uno de los primeros países en tener legislación ya pensando en cómo los robots inteligentes deben ser fabricados.

Estas especificaciones están contenidas en la ley de promoción de desarrollo y distribución de robots inteligentes. Entre los principales puntos de la ley podemos destacar:

> "Article 1 (Purpose)
>
> The purpose of this Act is to contribute to enhancing the quality of life of citizens and the national economy by establishing and promoting a policy on the sustainable development of the intelligent robot industry to facilitate the development and distribution of intelligent robots and lay down the foundation therefor.
>
> Article 2 (Definitions)
>
> The terms used in this Act shall be defined as follows:
>
> 1. The term "intelligent robot" means a mechanical device that perceives the external environment for itself, discerns circumstances, and moves voluntarily;
>
> 2. The term "charter on intelligent robot ethics" means a code of conduct established for persons involved in the development, manufacture, and use of intelligent robots in order to prevent various kinds of harmful or adverse effects, such as destruction of social order, that may arise from the development of functions and intelligence of intelligent robots, and to ensure intelligent robots contribute to enhancing the quality of life of human beings;
>
> 3. The term "intelligent robot investment company" means a company incorporated for the purposes of operating its assets and distributing earnings therefrom to its shareholders in accordance with Article 28;
>
> 4. The term "robotland" means an area designated and developed pursuant to Article 30, in which facilities for the utilization of various kinds of intelligent robots and other auxiliary facilities are installed for the development and distribution of intelligent robots.
>
> Article 3 (Responsibilities of State and Local Governments)
>
> The State and each local government shall secure the budget necessary for facilitating the development and distribution of intelligent robots, and establish and implement comprehensive and effective policies therefor.
>
> […]
>
> Article 18 (Enactment of Charter on Intelligent Robot Ethics, etc.)
>
> (1) The Government may enact and promulgate the charter on intelligent robot ethics (hereinafter referred to as the "Charter"), including the provisions prescribed by Presidential Decrees, such as ethics by which the developers, manufacturers, and users of intelligent robots shall abide.
>
> (2) The Government shall prepare measures necessary for the spread and dissemination of the Charter, as prescribed by Presidential Decree.

> (3) The head of a relevant central administrative agency may, if necessary for the efficient operation of the charter, request the head of another central administrative agency to furnish him or her with relevant data or to cooperate with him or her in any other necessary matter.
>
> (4) The procedure for the enactment of and amendment to the charter, the public relations activities for the charter, and other necessary matters shall be prescribed by Presidential Decree.
>
> […]"[13]

Japón

En un espectro totalmente opuesto a la cultura popular OCidental, Japón tiene su cultura robótica basada en el personaje Astro Boy de Osamu Tezuka. A consecuencia de esto, los cómics escritos en la década de 50 tuvieron su propia creación de leyes de la robótica y la construcción de una cultura donde los robots son parte de la familia y la sociedad como un todo[14].

A partir de esto, el Comité de revitalización económica del Japón elaboró un documento titulado "nueva estrategia robótica"[15] que contiene varios parámetros no sólo para el desarrollo de la tecnología, como el desarrollo de estrategias jurídicas para cuestiones tecnológicas.

Estos nuevos parámetros son los que guían la investigación del Dr. Yueh-Hsuan Weng que lidera las iniciativas de ROBOLAW.ASIA[16] para investigar la intersección entre la inteligencia artificial y la ley, buscando minimizar los riesgos de los robots a un nivel aceptable, analizando la comprensión de cómo la tecnología IA mejorará la investigación académica y la práctica judicial del derecho.

Unión Europea

La Unión Europea como bloque económico todavía no tiene una legislación específica desarrollada, pero ha determinado un Comité en 2012 que durante 27 meses estudió y elaboró directrices para la creación de regulaciones en los países que forman parte de este bloque.

Se discutió intensamente por qué la regulación es necesaria:

> "As an early overview of the RoboLaw project appeared in 2012 on The Economist has put it, 'Overly rigid regulations might stifle innovation, but a lack of legal clarity leaves device-makers, doctors, patients and insurers in the dark' (The Economist, September 1st 2012). The article focuses mainly on human bionic systems, that is on an array of technologies (going from bionic prostheses to exoskeletons to body implants to brain-computer interfaces), that will allow to restore lost bodily functions and eventually overcome different types of disabilities, whose deployment, though, poses more general concerns with regard to the impact on the accepted notions of human nature, identity, normalcy, disability, and the correspondent legal effects and protection.
>
> […]
>
> On the other hand, a temporal gap between the emergence of a technology and the subsequent regulation allows more time for analysis and permits policy decisions and their implementation to be better informed. In this time frame, the RoboLaw project has tried to work, even if some of the issues at stake may not be fully mature, in order to avoid that technologies develop in a totally unregulated environment, where they influence users' behaviour, generate needs, trigger a market demand, and end up imposing with the force of the fact. Even anticipating future risks of activities that are in constant evolution, an ethical and legal framework needs to be carefully conceived in order to craft the appropriate rules when required, and provide the research and production processes with ethical and legal values to which to conform when designing innovative products."[17]

También podemos destacar los estudios realizados por la Comisión de aspectos jurídicos del Parlamento Europeo para profundizar en los conocimientos necesarios para abordar el tema.[18]

El futuro del trabajo

El notable cambio en la reglamentación de las economías por una constituida en un marco neoliberal ha dado lugar a un énfasis considerable en la "liberación" de las fuerzas del mercado a nivel nacional y en la apertura de las economías nacionales y subnacionales y del mercado laboral a fuerzas disciplinarias de los mercados internacionales. Estos son cambios con consecuencias directas en términos de riesgos reforzados para la salud y el bienestar de muchos millones de personas, aunque sus efectos se han experimentado en diversos grados en varias partes del mundo. Este artículo trata de explorar estas cuestiones y plantear preguntas sobre las implicaciones a largo plazo que estos cambios pueden tener en el riesgo de la salud pública, especialmente en los países en desarrollo. Antes de examinar estas cuestiones con más detalle, es necesario examinar primero las facetas de la globalización neoliberal contemporánea que sirven como la fuerza impulsora detrás de la generación de estos riesgos.

Hay innumerables relatos de las sucesivas formas de la división internacional del trabajo y el cambio de las formas socioespaciales de la globalización[19]. Ahora, como entonces--y a pesar de las afirmaciones en contra de la globalización anunciando "el fin de la geografía"[20] - La geografía de la globalización contemporánea sigue siendo una profunda combinación de un desarrollo desigual. La combinación de factores económicos, la exportación de actividades peligrosas, procesos y materiales, junto con los espacios regulatorios irregulares en los que se contextualizan estas actividades generan un paisaje de riesgo que se forma por los procesos de la globalización contemporánea. Dentro de este contexto altamente interconectado, el empleo se ha vuelto cada vez más precario y temporal[21]. Donde fue una vez seguro y a largo plazo. Además de este problema, también se han amplificado las desigualdades espaciales que existen en términos de acceso a puestos de trabajo y servicios.

La consecuencia efectiva de la adopción de posiciones políticas neoliberales ha sido que, en el transcurso de su vida cotidiana, muchas personas viven en ambientes cada vez más riesgosos y poco saludables. Además, también experimentan un aumento en los riesgos del desempleo y del trabajo y a menudo tienen que emprender formas de empleo que militen en contra de la buena salud y el bienestar.

En este contexto y entendiendo que este es el camino del futuro, la Organización Internacional del Trabajo ha publicado un informe que trata de las formas de trabajo de un futuro más prometedor[22], señalando todos estos nuevos desafíos generados por la globalización y ahora catalizados ante los avances tecnológicos – inteligencia artificial, automatización y robótica – que generarán nuevos puestos de trabajo, pero que pueden crear una oleada de personas que van a perder sus puestos de trabajo Para estas novedades y estará mal preparado para las nuevas oportunidades. Las habilidades de hoy no coinciden con el trabajo de mañana, y las habilidades recién adquiridas pueden convertirse rápidamente en obsoletas. Si se deja sin ordenar, el trabajo de la plataforma y las microtareas recrearían las prácticas laborales del siglo 19 y crearán futuras generaciones de diaristas digitales[23].

Tenemos que ocuparnos de la transición hacia un futuro de trabajo que respete eficazmente el planeta y trate de detener el cambio climático y esto perturbará aún más los mercados laborales. Se espera que la creciente población de jóvenes en algunas regiones supere el desempleo juvenil y las presiones migratorias. El envejecimiento de la población en otras regiones pondrá más presión sobre la seguridad social y los regímenes de atención. Todo esto debe abordarse con el fin de permitir el desarrollo económico y cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030[24].

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Cambios de paradigma en el pasado

En un mundo de transformaciones digitales y de organizaciones exponenciales, solo una condición salvará a las empresas y a las personas del fracaso: la capacidad de innovar de manera consistente e imparable. Como nadie más duda de esto, es natural que el enorme interés se observe en todas partes por caminos y aprendizaje que intensifiquen la innovación. Eso explicaría la gran afluencia de Valle del Silicio[25], a Israe[26], a China[27] y otros polos innovadores reconocidos del momento.

En el centro de atención, el número de brasileños que entran en un avión y desembarcan en el extranjero con la expectativa de aprender a hacer; Sólo uno de estos centros, Singularity University, California, ha recibido más de 500 brasileños en diez años[28]. Esta carrera por la innovación también justificaría una cierta asociación entre innovación y modernidad. Como si se tratara de un descubrimiento reciente que se logre.

Estudios recientes e investigaciones demuestran que diversos comportamientos y estructuras innovadoras se puede ver desde el origen del imperio romano.

Rescatamos algunos hechos de la historia. En su apogeo, el imperio romano cubrió alrededor de 6,5 millones kilómetros cuadrados en tres continentes: Europa, Asia y África. Más de 60 millones personas, de diversos pueblos y razas, vivieron bajo su gobierno[29], que correspondió a una cuarta parte de la población del planeta en ese momento. La Roma de los emperadores fue la primera gran metrópoli de la humanidad, con 1 millón personas[30], sólo en el comienzo del siglo 19 otra ciudad, Londres, equipararía el número de habitantes. Desde el desierto del Sahara hasta los bosques de Alemania, el Golfo Pérsico a Escocia, las legiones romanas han llegado a todas partes, superando las más variadas adversidades y enemigos.

En investigaciones recientes, un equipo de científicos norteamericanos, chinos e italianos, bajo la coordinación de la Universidad de California en Berkeley, analizó la composición química del mortero utilizado en las obras de albañilería de la antigua Roma[31]. Descubrieron que las reacciones químicas entre sus componentes no sólo donaron el material de alta resistencia, sino que también causaron menos impacto medioambiental gracias a la baja emisión de CO a la atmósfera. Tal descubrimiento puede incluso hacer camino para nuevos materiales hoy.

Con esta capacidad de gestión e innovación, los romanos dominaron gran parte de los pueblos del planeta. Sin embargo, en el siglo 5, después de todo, el Imperio sucumbió. A veces se lee que las causas del fin fueron las invasiones bárbaras. En realidad, los llamados "bárbaros" y sus duros conflictos con Roma siempre han estado presentes a lo largo de los límites del Imperio, desde la retirada de la ciudad celebrada en 390 A.C. siempre hubo una amenaza y la competencia, y la organización del Imperio siempre fue capaz de superarlos. Y los "bárbaros" que decretaron el final del imperio romano en 476 no eran más numerosos ni más agresivos que los derrotados por Roma varias veces en siglos anteriores.

También eran hábiles en el campo de las innovaciones de significado, aquellos que se basan no en las tecnologías, pero en las emociones[32]. Ejemplo: soldados romanos afeitados antes de las batallas. Más que eso, se fueron a la pelea vestida como si fuera para una fiesta, con trajes de oro ornamentados. Lo que podría parecer mero detalle fue, de hecho, la innovación que los hizo venir a la guerra con una autoestima inmejorable, intimidando a los ejércitos bárbaros con su mera presencia.

En el siglo 21, la innovación del significado se ha consolidado como una forma de construir lazos entre las empresas y sus clientes a través de experiencias apasionadas, en este sentido, podríamos asociar fácilmente las estructuras de los asentamientos romanos[33] con espacios de coworking actuales, intercambios y acuerdos de colaboración como los contratos de aceleración entre corporaciones y startups, y descubriremos que los romanos tenían la receta para la innovación por 2000 años.

No todo lo que los romanos crearon-y esto también dice mucho sobre su gestión con un enfoque en la innovación. Cuando ganaron una guerra, en lugar de aplastar o esclavizar a los perdedores, los gobernantes romanos los observaban con atención e interés profundo. Buscaron descubrir en qué Artes o técnicas tenían talento, qué habían innovado, y cómo estas innovaciones podrían fortalecer su imperio y sus ejércitos. Una técnica de construcción de puentes. Una forma de tratar enfermedades. Una táctica de guerra. Armas. El gládio, por ejemplo, emblema de los legionarios romanos, resultó de una evolución técnica de la espada hispana utilizada por los celtas en la Península Ibérica. El esquema de combate en la formación de manipulados, que permitía maniobras más ágiles que la formación clásica en Phalanx, fue aprendido de los guerreros Sanite, los primeros colonizadores de Pompeya. Incluso la famosa armadura de la infantería romana, la *Lorica segmentada*, surgió probablemente de la evolución de una protección similar utilizada por los gladiadores de Oriente[34].

Es imposible no preguntarnos cómo los romanos pudieron hacer que los pueblos derrotados entregaran tantos secretos. Para entenderlo, volvamos rápidamente a este día. Pensemos en la cantidad de fusiones y adquisiciones de nuestras organizaciones de tiempo que ocurren: Trituración de la cultura "caducada", pérdida de autonomía. Los romanos no se enamoran de esa trampa. Mucho antes de la era cristiana, ya habían entendido que la innovación es un proceso social, humano y constructivista, un edificio erigido con la aportación de muchas manos y muchos cerebros. Un fenómeno equivalente, en la naturaleza, a la polinización cruzada, que da lugar a plantas más vigorosas. Entendieron que, desarrollado por un "equipo" diversificado, una idea ganaría más rápido cuerpo y robustez. Así que en lugar de destruir a los perdedores, construyeron hombro a hombro con ellos nuevos conocimientos, en un proceso puro de innovación.

Sólo la verdadera comprensión del fenómeno posmodernidad puede conducir a la transformación efectiva de la gestión actual con el fin de satisfacer las demandas del mundo actual.

Gestión Posmoderna

Según el informe de tendencias de capital humano global de 2018[35] las personas esperan empresas más responsables. Por otro lado, las empresas han buscado reposicionarse, motivadas por nuevas demandas, tecnologías y automatización, creyendo que su negocio puede generar un impacto positivo en la colectividad.

Este es el núcleo de lo que se propone en la llamada gestión posmoderna.

La idea de la posmoderna comenzó a surgir en los años 1960 con el avance de las tecnologías digitales y los medios de comunicación y el comienzo de la globalización. Al mirar la sociología y la filosofía, percibimos su diferencia en relación a lo moderno: había una especie de utopía moral unificadora en el mundo, con valores bien establecidos, y la posmodernidad llegó a predicar el pluralismo. Junto con el pluralismo, el concepto de no-juicio, que condujo al final de las jerarquías y la horizontalización de la sociedad, ha comenzado a ganar fuerza, todas las sociedades son igualmente buenas/malas.

El sociólogo Zygmunt Bauman se dedicó a explicar los nuevos tiempos, pero cambió la expresión de la posmodernidad por la "modernidad líquida": estos tiempos son, como el agua, caracterizado por la inestabilidad y la volatilidad, la "revolución posmoderna" ocurrió cuando el La confesión pública de asuntos privados se ha convertido en praxis[36].

En general, la idea de una organización posmoderna se ha utilizado para oponerse a las empresas dominadas por la burocracia, más horizontales y más plurales. Peter Drucker usó el concepto por primera vez en 1964 en el libro fronteras del mañana[37]. Contemporáneos de las discusiones pioneras en Sociología, filosofía y artes, "padre" de la administración moderna se refirió a la posmoderna como un cambio de visión cartesiana, de causa y efecto, a algo nuevo, basado en estándares, propósitos y procesos[38].

Fue sólo en la década de 1990 que realmente surgieron teóricos post-modernidad aplicados al mundo de los negocios. Uno de los principales autores para enfrentar el tema fue David M. Boje quien, en 1993, escribió el libro *La gestión en el mundo posmoderno*, com Robert Dennehy[39]. Boje define la organización posmoderna como la que viene después de la burocracia, después de la jerarquía y después de la era industrial. En la práctica, se compone de una red de equipos diversos y autogestionados, que se articulan de acuerdo con los requisitos de las actividades en cuestión.

En la empresa post-modernidad, los equipos se organizan en una estructura plana, los empleados están altamente empoderados y comprometidos con el trabajo, la información fluye libremente y mejora continua se enfatiza en todas las áreas. La idea de los patrones es difícilmente relevante.

Denise Fleck indica que para una transición y/o existencia productiva, las organizaciones deben ser modernas y posmodernas simultáneamente[40]. Los servicios o productos rutinarios y programables se pueden gestionar en el modelo moderno, mientras que para innovar y explorar nuevos horizontes, el nuevo modelo es más conveniente. Esto puede ser la transición o incluso suceder en un carácter más permanente[41].

De hecho, el posmoderno no predica la ruptura con el pasado, sino con lo tradicional. Si la decisión de hacer las cosas como antes es una elección, y no sólo seguir la tradición, algunas iniciativas modernas pueden encajar bien en una organización posmoderna.

En Resumen, la gestión posmoderna es parte del mismo movimiento que la aceleración tecnológica y la globalización, siendo una respuesta a la incertidumbre y la volatilidad que surgen. Sus principios clave son la horizontalización de las empresas y el hecho de que cada persona y cada organización tiene el mismo valor, con la suspensión de cualquier juicio. Y lo que hace espacio para personas poco probables en posiciones de liderazgo y lo que lleva a una empresa principiante o geográficamente periférica para desafiar a una corporación.

Empresa Saludable

Según definiciones de la OMS: "La salud es un estado completo de bienestar físico, mental y social y no la simple ausencia de enfermedad" y el entorno de trabajo saludable es:

> "Aquel en el que los trabajadores y jefes colaboran en un proceso de mejora continua para promover y proteger la salud, la seguridad y el bienestar de los trabajadores y la sustentabilidad del ambiente de trabajo en base a los siguientes indicadores: Salud y seguridad en el entorno físico; Salud y bienestar en el ambiente psicosocial, incluyendo la organización del trabajo y la cultura laboral; Los recursos de salud personal en el lugar de trabajo, y; La participación en la comunidad para mejorar la salud de los trabajadores, sus familiares y otros miembros de su comunidad."[42]

En el año 2007 la Asamblea Mundial de la Salud de la OMS, lanzó un plan global de acciones para la salud de los trabajadores (GPA) 2008-2017.

Este plan establece 5 objetivos:

- Diseñar e implementar políticas para mejorar la salud de los trabajadores
- Promover y proteger la salud en el lugar de trabajo
- Promover la implementación y el acceso a los servicios de salud ocupacional
- Proporcionar y comunicar las evidencias de acción y prácticas
- Incorporar la salud de los trabajadores en otras políticas[43]

Dicho esto, es necesario desarrollar fundamentos para entornos saludables por Ética Empresarial, por interés empresarial, esto es una acción inteligente. Las compañías más exitosas y competitivas son aquellas que tienen los mejores registros de salud y seguridad, y los trabajadores más seguros, sanos y satisfechos.

También, es necesario cumplir con la ley, por las exigencias en cuanto a legalidad que en este caso varían de manera significativa según los países.

Y los trabajadores conforman casi la mitad de la población mundial y desarrollar entornos seguros y saludables es importante no solo para los trabajadores en lo individual y sus familias sino también para la productividad, competitividad y sustentabilidad de las organizaciones y para la economía de los países y finalmente para la Saludable de la OMS economía global.

La mayoría de las empresas no han entendido las ventajas de los entornos de trabajo saludables o no tienen los conocimientos, las habilidades o herramientas para mejorar las cosas.

Muchos de estos ambientes tienen una compleja estructuración que no llevan en consideración los riesgos inminentes del medio ambiente de trabajo como los: Riesgos mecánicos; riesgos eléctricos; las caídas; los accidentes de tráfico; los riesgos ergonómicos; los riesgos químicos, y; los riesgos biológicos.

La salud física afecta a la empresa: absentismo, presentismo, baja productividad, etc.

Los accidentes y heridas graves evidentemente afectan a la empresa además de los propios costes económicos directos e indirectos con indemnizaciones, investigación de accidentes, costes legales, daños en equipos y otros más.

Una cultura organizacional inclusiva (aquella abierta y que acepta las diferencias étnicas, de género, de capacidades, etc.) generan un mayor nivel de confianza y de alineamiento entre los valores corporativos con los personales.

Variables como el desempeño, el control, las cargas y la recompensa, conciliación trabajo-familia.

La inseguridad en el trabajo tiene relación con los índices de depresiones menores, especialmente en casos de inseguridad laboral crónica.

Además, existe la forma cómo el trabajo afecta a la salud de los trabajadores, que pueden ser traducidas en los llamados riesgos psicosociales que también tienen efecto sobre la seguridad y la salud física. De hecho pueden asociarse con los accidentes de manera directa y/o indirecta.

Estos riesgos influencian en la salud mental de los trabajadores que pueden sufrir con las conductas violentas (mobing, acoso, etc), o las enfermedades ocupacionales y también desórdenes musculoesqueléticos y algunos hábitos de salud[44].

La salud mental de los Trabajadores afecta a la empresa. Es evidente que un trabajador mentalmente sano y comprometido es mucho más productivo que uno deprimido, estresado, ansioso o apático[45].

Los Trastornos Mentales relacionados con el Trabajo pueden ser listados como: el envejecimiento de la población activa; incidencia de los riesgos psicosociales; adaptación a los cambios; automatización de procesos, y; la retención del talento.

Pero el punto que merece principal destaque es el relativo a la incidencia de los riesgos psicosociales, pues está claro que la intervención a nivel psicosocial tiene que poner su foco en la prevención y en poner los medios necesarios para que en la organización se tenga en cuenta una adecuada gestión de todas las dimensiones que inciden en los riesgos psicosociales de los aspectos organizacionales, pero mas allá de ellos, nos encontramos las circunstancias individuales de cada uno de los miembros de la organización, por un lado, cada uno de ellos vivirá lo que sucede en su trabajo de manera diferente (ejemplo) y por otro cada uno hará frente a diferentes circunstancias que ocurren en su vida y en diferentes momentos.

Todo ello nos hace pensar que el abordaje preventivo a nivel psicosocial debe ponerse en 2 focos, siendo el primer a nivel organizacional incidiendo en las variables que inciden en los riesgos psicosociales: conciliación, cargas, recompensa, desempeño, igualdad, valores, etc.

Y el segundo en las personas, ofreciendo herramientas para la prevención que les permita la gestión y autorregulación a nivel emocional, para hacer frente con el máximo de recursos a las circunstancias que se suceden en su vida, tatito eh el entorno laboral como en el privado[46].

En medio a todos los problemas tenemos el estrés como un enemigo silencioso que es resultado de un desequilibrio entre los factores ambientales (demandas del medio) y los factores personales (experiencia previa, características y habilidades).

El "tópico" de la separación entre vida privada y la profesional está alejado de la realidad, somos una única persona y por lo tanto en mayor o menor medida las interrelaciones son evidentes, negar que lo que nos sucede en un ámbito de nuestra vida no influye en los otros es dar la espalda a la realidad y en muchas ocasiones en lugar de ayudarnos a solucionar los problemas, los complica.

Es evidente que el estrés incide negativamente en el bienestar físico y mental y que debemos abordarlo como causa y como consecuencia de riesgos psicosociales. En el presente tema vamos a dedicar un apartado específico al estrés y a los síndromes del Burnout y Boreout[47].

Liderazgo Transformacional

Un mundo constante con desarrollos (cambios continuos en el mundo de los negocios) sociales, industriales y económicos, tenemos cambios en las empresas tradicionales y renovación continua en organizaciones advenidos de las innovaciones tecnológicas obligan a las personas a aprender a aprender.

Pero los cambios acelerados provocan un aumento en la demanda de individuos y empresas que responden con calidad y de modo innovador, necesitando que todos gestionen los recursos de forma más eficaz y mantiene por delante la competencia, dando oportunidades a las industrias y organizaciones que saben innovar.

En este escenario el papel de líder se traduce con el más importante carácter da organización de personas, el liderazgo transformacional.

El líder transformacional tiene que ter en cuenta en todas sus acciones la alineación de los valores personales y organizacionales, por ser necesaria la dirección equilibrada través de sus valores y consciencia.

Todo esto es decir que el líder tiene que hacer cambios en las empresas, que tienen que se adaptar y ser flexibles, siguiendo el dicho popular: sSi sigues haciendo lo mismo vas a obtener los mismos resultados".

Las empresas han de aprender a abrazar la diversidad y a fomentar la innovación para sobrevivir y tener éxito en una economía global que cambia rápidamente. E esto solamente será posible si el líder tener el deseo de alcanzar algo grande, con un profundo sentido de la dirección, creyendo en la visión, en uno mismo y en el equipo.

La Pasión se ha de dirigir hacia afuera, como visión que se persigue con valentía y determinación, sobre todo si va hacia un territorio nuevo, las ideas nuevas no encajan en los paradigmas ni en las estrategias de los negocios, crean desconfianza.

Un ejemplo práctico e precioso de esta pasión encontramos en Steve Jobs que siempre demostró una grande pasión y una grande autoconfianza para hacer todo el necesario para implantar su visón.

Tenemos en las palabras de Dilt el real significado de la pasón:

> "Tienes que encontrar lo que amas... El único modo de estar verdaderamente satisfecho es hacer lo que crees que es un gran trabajo. Y el único modo de hacer un gran trabajo es amar lo que haces. Si aún no lo has encontrado, sigue mirando y no te apalanques. Como con todos los asuntos del corazón, lo sabrás cuando lo encuentres. Y como con cualquier relación importante, sigue mejorando con el paso de los años, así que, sigue buscando hasta que lo encuentres."[48]

Para que todo esto sea posible es necesario integrar la promoción del bienestar en la misión, visión, valores e identidad de la organización. Esto irá producir una imagen mental de lo que será o puede ser el futuro. Surge cuando dirigimos nuestra pasión hacia el futuro en dirección de las necesidades y los deseos de los clientes y de los potenciales clientes.

Imagen de como podríamos enriquecer o mejorar nuestras vidas o nuestro mundo. Estas visiones de futuro proporcionan una guía y dirección para nuestras vidas y nuestro trabajo, también la motivación y el ímpetu para el cambio a muchos niveles.

Los inversores eligen una empresa basándose en intangibles como la visión, la pasión o la confianza del emprendedor.

Este tipo de liderazgo es enfocado en la estimulación intelectual que fomenta de forma intensiva la creatividad entre sus seguidores, alentándolos a explorar nuevas formas de hacer las cosas y nuevas oportunidades, en beneficio de la empresa.

Siempre logran transmitir su motivación y pasión, lo que conduce a empleados con mayor proactividad y comprometidos con la organización, siendo siempre un modelo para sus seguidores.

Debiendo siempre presentar sus valores, sus cualidades y creencias que vienen anexadas a las características de cada individuo y que ayudan al mismo a comportarse de una forma determinada. Los valores posibilitan la determinación de nuestras prioridades, y ayudan a encaminar la vida del ser humano.

Este líder ejerce siempre su influencia con las transformación positiva de los factores ambientales, los factores conductuales, con las capacidades del equipo, por siempre imprimir sus creencias y valores en la identidad de sus subordinados, manteniendo el foco en la visión y propósito de la empresa y de los empleados[49].

Dirección por valores

La Dirección por valores (DpV) es una herramienta renovada de liderazgo estratégico basada en valores, es decir, es un dialogo sobre los valores, una forma de entender y aplicar conocimientos y experiencias. La dirección por valores introduce la dimensión de la persona dentro del pensamiento directivo en su práctica diaria, y humaniza el propósito básico de la empresa ofreciendo un marco global que permite rediseñar continuamente la cultura de la empresa de forma que se generen compromisos colectivos por proyectos nuevos e ilusionantes[50].

La dirección por consciência es un modelo de dirección que trata de crear el espacio en el que los miembros de la organización son conscientes de la contribución que cada uno individualmente y como colectivo realizan más alláde su propia tarea.

Tomar conciencia del sentido de trascendencia que cada una de nuestras acciones tiene, al formar parte de algo mayor a nosotros mismos[51].

Errores de administración actuales

Prevención y Precaución - Principios orientadores de la gestión empresarial contemporánea.

El ser humano, en un cierto momento inserto en el concepto de la lógica de la descarte en el ambiente laboral, con el surgimiento de una nueva cuestión social, marcada por acitas controversias en relación a la seguridad, a la salud ya la integridad física en el medio ambiente de trabajo. El desequilibrio entre trabajadores y empleadores se vuelve axiomático en un nivel que una catarsis se tornaba inminente.

Por lo tanto, es necesario revisar los paradigmas para eludir los impasses generados y reanudar el equilibrio en las desigualdades. Alexy trae la definición de dos tipos de "derechos de igualdad definitivos abstractos" a saber:

> El derecho a ser tratado igualmente, si no hay razón suficiente para la permisibilidad de un trato desigual; Y el derecho a ser tratado de manera desigual, si hay una razón suficiente para el deber de trato desigual.[52]

A partir del paradigma del tratamiento desigual necesario ante el desequilibrio, nuevos rumbos deben ser tomados dentro del ordenamiento jurídico para evitar el descompás entre el interés social y el económico.

En este contexto los principios de precaución y prevención pasaron a actuar como norte de un nuevo estándar normativo, a fin de mantener su eficacia en la contemporaneidad y resguardar la efectividad de los derechos fundamentales laborales puestos por la Constitución de 1988.

El primer paso importante en el análisis de los principios de prevención y precaución insertarla dentro del contexto de la gestión empresarial, aplicando al tema en pantalla todos sus principios orientadores y vectores interpretativos.

Tanto el principio de precaución como el de la prevención deben actuar en la actual gestión empresarial. Con el tiempo la doctrina, que los consideraba sinónimos, evolucionó en el sentido de constatar y demostrar que se trataba de conceptos distintos.

El Principio de la Prevención puede ser sintetizado como el conjunto de factores que se relacionan con la ejecución de las actividades de los trabajadores e involucra elementos materiales, como lugares de trabajo en sentido amplio, maquinas, muebles, utensilios y herramientas e inmateriales como rutinas y procesos dentro oriundo Del poder directivo patronal.

Paulo Affonso Leme Machado aduce que:

> Así, mientras el principio de la prevención tiene el alcance de evitar ciertos riesgos, el principio de la precaución apunta a la adopción de conductas acauteloras generales, considerando el riesgo abstracto y potencial[53].

El principio de precaución consiste en la adopción anticipada de medidas amplias, que puedan evitar la ocurrencia de posible amenaza a la salud y la seguridad. Se apunta a la necesidad de un comportamiento cuidadoso, marcado por el sentido común, de amplio alcance, dirigido a la reducción o eliminación de las situaciones adversas a la salud y seguridad. Se considera que las medidas de protección adoptadas sobre la base de la incertidumbre científica podrán ser reexaminadas con el avance y la seguridad de los descubrimientos científicos en cualquier momento convirtiéndose en el más democrático de los principios, pues, además de asegurar un mínimo de seguridad, paralizando Las actividades, cuando involucradas por la incertidumbre científica, también puede ser revisado a lo largo de los estudios y descubrimientos científicos que aseguran la seguridad del emprendimiento, obra o actividad que antes se consideraba arriesgada.

Se orienta al gestor a la necesidad de un comportamiento cuidadoso, marcado por el sentido común, de amplio alcance, orientado a la reducción o eliminación de las situaciones adversas a la salud y seguridad.

El principio de prevención orienta al gestor en el ámbito de evitar determinados riesgos.

Marcelo Abelha Rodrigues explica que, mientras que:

> La prevención se relaciona con la adopción de medidas que corrijan o eviten daños previsibles, la precaución también actúa previniendo, pero, antes de eso, se evita el propio riesgo aún imprevisto.[54]

La prevención trabaja con los riesgos conocidos por la ciencia, la precaución debe observar los riesgos aún desconocidos. Por eso, el principio de precaución debe aplicarse incluso antes del principio de la prevención, he aquí que, en la duda sobre una determinada actividad presenta peligro o no, se debe decidir a favor del medio ambiente del trabajo.

Accidente da Vale en Brumadinho (MG-Brasil)

En enero, una tragedia ambiental y humana sorprendió a Brasil. La perturbación de la presa de relaves de Mineradora vale, en Brumadinho (MG), contaminó el agua y el suelo de la región, destruyó propiedades, mató a miles de animales y, entre muertos y desaparecidos, Victimizó a más de 300 personas, muchos de los cuales eran trabajadores que Servicios a vale, totalizando hasta el momento 221 muertes[55].

Además de las repercusiones medioambientales, penales y civiles, este triste episodio reflexionará sobre el alcance de la ley laboral. Para los trabajadores, la pérdida de vidas debido a la ruptura de la presa asume una dimensión adicional: se enfrenta al mayor accidente de la obra de la historia brasileña.

Se puede decir que se trata de una tragedia anunciada, debido a la negligencia con los protocolos de seguridad básicos y el fracaso en la gestión del riesgo[56].

El pueblo brasileño, sorprendido una vez más, todavía con la reciente noticia de la tragedia de Mariana, observa diariamente las imágenes aéreas de los bomberos arrastrando en los cuerpos pesados de la cría de barro de las víctimas enterradas debido a la perturbación de la presa de Brumadinho. Se puede decir que se trata de una tragedia anunciada, debido a la negligencia con los protocolos de seguridad básicos y el fracaso en la gestión del riesgo, que también provocó la catástrofe anterior, cosechar vidas humanas y deteriorar el medio ambiente a lo largo de su Extensión. Tanto es así que el Presidente de vale, después de señalar la precariedad del sistema adoptado, declaró que diez presas aguas arriba de la compañía, como los dos que se rompió, se desactivarán[57], precisamente porque el embalse se construye "en los escalones", es decir, se construye de acuerdo con el mayor volumen de relaves que se acumulan.

Las técnicas y herramientas de gestión básica serían capaces de coordinar la situación del entorno de trabajo, así como establecer parámetros para una gestión del riesgo que realmente se preocupa por la vida de los trabajadores. En todos los puntos ya presentados, es incluso complicado tratar de encontrar alguna dirección que pueda ser trillado ante el caos.

CONCLUSIONES

Asimov al crear las denominadas tres leyes de la robótica, tenía como ideal hacer posible la coexistencia de robots inteligentes-las leyes presuponen suficiente inteligencia para que los robots tomen sus propias decisiones-y los seres humanos; Prevenirlos en cuanto vengan a rebelarse o incluso subyugarlos. La revuelta robótica vislumbrada por Čapek también está lejos de suceder, incluso con accidentes como el que ocurren en Alemania en 2015.

En el otro lado, tenemos la cultura oriental de Astro Boy y los robots japoneses que forman parte de la familia del pueblo. Aunque Osamu Tezuka también creó su conjunto de leyes, no se preocupaban por la rebelión de las máquinas.

Estas reglas están lejos de la realidad no sólo porque son ficción, sino porque nuestro nivel de desarrollo tecnológico está lejos de este tipo de autonomía e incluso la conciencia que se encuentra en estos robots.

En cualquier caso, los sistemas legislativos surcoreanos y japoneses están más avanzados en la preparación del escenario legal para la creación, producción e integración de robots en nuestra sociedad y especialmente en el entorno de trabajo.

Sin embargo, antes de pensar en los sistemas legislativos, debemos ver la necesidad de una adaptación de la cultura de las empresas para absorber estándares más adecuados de gestión, así como finalizar la implementación de los paradigmas de prevención y la implantación efectiva del medio ambiente de trabajo saludable.

Los nuevos líderes presentes en las viejas corporaciones tienen la misión de actualizar y actuar activamente para este cambio de paradigma en los administradores, que sabe cuán grotescos fracasos de la administración se pueden evitar y se tienen menos noticias como "mayor accidente de trabajo de la historia de Brasil ".

Este cambio es necesario en la parte superior de la pirámide para que el paradigma cambie en toda su extensión y un entorno de trabajo saludable sea posible en todas las empresas. Este nuevo escenario permitirá que los cambios abruptos introducidos por los "nuevos compañeros" no tengan un impacto tan negativo como el de hoy ante la mera posibilidad de pensar en robots inteligentes y autónomos.

Las modernas técnicas de gestión asociadas a los cambios de paradigma que proporcionan a los trabajadores una existencia sana dentro del lugar de trabajo permitirán a todos aceptar mejor los cambios que se avecen.

Esto también es necesario, porque aunque sabemos de la existencia de sistemas legislativos que ya prevén la coexistencia de humanos y robots, sin una cultura de gestión apropiada, nada avanzará el intercambio de experiencias legislativas o absorciones, ya que no habrá Ambiente de trabajo que sobrevive al conflicto creado ante el miedo a lo nuevo y lo desconocido que puede surgir en los trabajadores que no están adaptados al mundo moderno y por lo tanto sienten miedo de perder sus lugares para los robots.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Disponible en: http://www.bbc.com/news/31047780

[2] Disponible en: http://www.cnn.com/2015/07/02/europe/germany-volkswagen-robot-kills-worker/

[3] Asimov, I.: I, Robot. New York: Doubleday & Company, 1950.

[4] Čapek, K.: R.U.R. (Rossum's Universal Robots). Translated by Paul Selver and Nigel Playfair. New York: Dover Publications, 2001.

[5] BRUGMANN, K. A.: Comparative Grammar of the Indo- Germanic Languages. A Concise Exposition of the His- tory of Sanskrit, Old Iranian (Avestic and Old Persian), Old Armenian, Greek, Latin, Umbro-Samnitic, Old Irish, Gothic, Old High German, Lithuanian and Old Church Slavonic. Volume II. Morphology (Stem-formation and inflexion). Part I. Translated from the German by Seymour Conway, R., and Rouse, W.H.D. (eds). New York: B. Westermann & Co., 1891. p. 241.

[6] Disponible en: https://dicionario.priberam.org/rob%C3%B4s

[7] TAYLOR, G.P.: The Robot Gargantua. Sheffield, UK: Constructor Quarterly, 1995.

[8] Disponible en: https://www.designnews.com/content/10-collaborative-robot-companies-you-should-know

[9] Ibdem.

[10] Ashrafian, H.: Intelligent robots must uphold human rights. Nature 519:391 (2015).

[11] https://carnegieendowment.org/2017/01/12/japan-s-role-in-establishing-standards-for-artificial-intelligence-development-pub-68311

[12] Disponível em: http://glo.bo/1dz1H21

[13] La ley se puede leer en su totalidad en http://elaw.klri.re.kr/eng_service/lawView.do?hseq=39153&lang=ENG

[14] Disponible en: https://www.japantimes.co.jp/community/2019/03/06/issues/robot-rights-asimov-tezuka/

[15] Disponible en: https://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0123_01b.pdf

[16] Disponível em: http://www.robolaw.asia/index.html

[17] Disponível em: http://www.robolaw.eu/RoboLaw_files/documents/robolaw_d6.2_guidelinesregulatingrobotics_20140922.pdf p.10.

[18] Disponível em: http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/571379/IPOL_STU(2016)571379_EN.pdf

[19] HIRST , P. and THOMPSON , G . Globalization in Question . Cambridge: Polity. 1995.

[20] O' BRIEN , R. *Global Financial Integration: The End of Geography* . London: Pinter. 1992.

[21] BECK , U . *Risk Society. Towards a New Modernity* . London: Sage. 1992.

[22] Disponíble en: https://www.ilo.org/global/topics/future-of-work/lang--es/index.htm

[23] MERKEL, A. 2018. Rede von Bundeskanzlerin Merkel beim 21. Ordentlichen DGB-Bundeskongress [Discurso de la Canciller alemana Merkel en el Congreso Federal Ordinario de la Confederación Alemana de Sindicatos (DGB)], Berlín, 15 de mayo (Berlín, Gobierno Federal de Alemania, 2018). Disponible en: www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/rede-von-bundeskanzlerin-merkel-beim-21-ordentlichen-dgb-bundeskongress-am-15-mai-2018-in-berlin-1008658

[24] Disponile en: https://nacoesunidas.org/pos2015/

[25] Disponile en: https://economia.uol.com.br/noticias/efe/2019/02/25/vale-do-silicio-segue-criando-empregos-mas-esta-perdendo-populacao.htm

[26] Disponile en: https://exame.abril.com.br/carreira/startups-de-israel-recrutam-profissionais-de-ti-no-exterior/

[27] Disponile en: https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/02/os-melhores-lugares-do-mundo-para-quem-quer-trabalhar-com-ia.html

[28] Disponile en:https://www.valor.com.br/carreira/5473265/um-jeito-singular-de-atrair-os-brasileiros

[29] ROUX, P. Império Romano. Porto Alegre, RS: L&PM. 2013. p 37.

[30] Opus cit. p 24.

[31] Disponile en: https://newscenter.lbl.gov/2013/06/04/roman-concrete/

[32] VERGANTI, ROBERTO. Overcrowded. MIT Press, 2016.

[33] MENDES, Norma Musco; BUSTAMANTE, Regina Maria da Cunha; DAVIDSON, Jorge. A experiência imperialista romana: teorias e práticas. Tempo, Niterói , v. 9, n. 18, p. 17-41, June 2005 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-77042005000...>. access on 04 Apr. 2019. http://dx.doi.org/10.1590/S1413-77042005000100002.

[34] PENROSE, J. Rome and Her Enemies: An Empire Created and Destroyed by War. Osprey Publishing. pp. 121–122. 2008.

[35] Disponible en: https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/human-capital/articles/tendencias-capital-humano.html

[36] BAUMAN, Zygmunt. O Mal Estar na Pós-Modernidade. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1998.

[37] DRUCKER, P.F., Fronteiras do Amanhã. Rio de Janeiro, Editora Fundo de Cultura, 1964.

[38] Opus cit. p. 128 e 129.

[39] BOJE, D. M., DENNEHY, R. F. Managing in the Postmodern World: America's Revolution Against Exploitation 2nd Edition. Information Age Publishing, 2008

[40] FLECK, D. l. Retos para la renovación y la longevidad saludable de las empresas. 2014c. en: evento de conexión. Conferencia celebrada en el Instituto de administración de COPPEAD en 15. Abr. 2014. Río de Janeiro, 2014.

[41] Opus Cit.

[42] OMS. Entornos laborales saludables: fundamentos y modelo de la OMS: contextualización, prácticas y literatura de apoyo. 2010.

[43] Opus cit.

[44] Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Sondeo de opinión paneuropeo sobre seguridad y salud en el trabajo. 2013. Disponible en: https://osha.europa.eu/en/safety-health-in-figures.

[45] SHAW TRUST. Mental Health at Work: Still the Last Taboo. Shaw Trust, London. 2018. Disponible en:

https://www.shaw-trust.org.uk/ShawTrustMediaLibraries/ShawTrust/ShawTrust/Documents/Shaw-Trust-Mental-Health-at-Work-Report-2018-full_1.pdf

[46] GANDY W.M., COBERLEY C., POPE J.E., WELLS A., RULA E.Y. Comparing the Contributions of WellBeing and Disease Status to Employee Productivity, 56(3), 252-7. 2014

[47] Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Guía principal de la campaña Trabajos saludables 2014-2015: "Gestionemos el estrés". 2014

[48] DILT, R. Nueva generación de emprendedores, Vive tus sueños y crea un mundo mejor a través de tu empresa. 2017.

[49] KOTLER, P. HESSEKIEL, D. y, LEE, N. Lo bueno funciona, Acción empresarial. Madrid: 2012.

[50] CANEDO ANDALIA, R.; GUERRERO PUPO, J. C;. Dirección por valores: una gestión con la persona como centro. ACIMED, Ciudad de La Habana, v. 17, n. 2, feb. 2008. Disponible en <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352008000...>. Acedido em 04 abr. 2019.

[51] GARCÍA, S.. La Nueva Dirección Por Conciencia (Dpc)1 ¿Qué Es Y Que Pretende?. Disponible en: http://www.salvadorgarcia.eu/img/secciones_pdfs/DireccionPorConciencia1.pdf

[52] ALEXY, Robert. Teoria dos direitos fundamentais. São Paulo: Malheiros. 2012. p. 429.

[53] MACHADO, Paulo Affonso Leme. Direito ambiental brasileiro. São Paulo: Malheiros, 2006. p. 65 e seguintes

[54] RODRIGUES, Marcelo Abelha. Elementos de direito ambiental: parte geral. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. p. 207

[55] Disponible en: https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/04/04/sobe-para-221-o-numero-de-mortos-identificados-na-tragedia-da-vale-em-brumadinho.ghtml

[56] Disponible en: https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/03/10/brumadinho-depoimentos-levam-mpmg-a-afirmar-que-rompimento-de-barragem-nao-foi-acidente.ghtml

[57] Disponible en: https://istoe.com.br/presidente-da-vale-diz-que-acabara-com-todas-as-barragens-como-brumadinho/

UN PULSO AL SECTOR DE LA FORMACIÓN EN PRL EN PRIMERA PERSONA. REVISIÓN DE ESTRATEGIAS

RESUMEN / ABSTRACT

La aceleración tecnológica está modificando el modo en que hemos vivido hasta ahora, la manera en que accedemos, adquirimos y procesamos la información, así como, muy especialmente, las nuevas herramientas y metodologías de aprendizaje.

En ese contexto, encontramos que en el ámbito de la prevención de riesgos laborales (PRL) la accidentalidad laboral está repuntando tras lo que era un descenso regular como resultado de la adopción de las leyes implantadas desde el año 1995. ¿A qué se debe el cambio de tendencia? Hay voces fundadas que discuten justamente tal legislación, su redacción e idoneidad, mientras que otras cuestionan la efectividad de su implantación y el seguimiento de su cumplimiento.

Este trabajo se dirige a la formación actual en PRL, como elemento nuclear de la aplicación de la ley, como medio para mitigar la cifra y gravedad de los accidentes. Se busca conocer su evolución y mejoras en los últimos años, las barreras para su adecuada aplicación y debilidades que deberían corregirse.

Se presenta una valoración alimentada por diversas fuentes: el estudio de bibliografía contrastada, el material formativo actual, así como la información procedente de entrevistas a representantes expertos de los profesionales que intervienen en la formación. El grupo de entrevistados incluye un Técnico de Prevención que diseña e imparte formación, un investigador que trabaja en profundidad sobre las deficiencias del sistema preventivo nacional, y tres trabajadores de diferentes perfiles receptores de formación.

Se describe las diferentes etapas por las que pasa la formación en prevención y se identifica, a modo de conclusión, posibles vías de evolución que podría dársele a la misma.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Revisión de la LPRL
Entrevistas a agentes del sector PRL en formación
Puesta en crisis de las debilidades de la formación

AUTORES / AUTHORS

Marina Tirado
CIMNE
marinatirado96@gmail.com

INTRODUCCIÓN

1.Introducción

Como muestran los últimos resultados del Ministerio de Empleo y Seguridad Social, el índice de accidentalidad laboral está subiendo ligeramente desde el año 2013. Este dato es preocupante ya que es un indicativo de que posiblemente las medidas de prevención que se están tomando en la actualidad no están teniendo el resultado deseado.

Para reducir la accidentalidad laboral, es de vital importancia la formación en Prevención de Riesgos Laborales, y no una formación cualquiera, sino una formación adecuada y que sea realmente útil y eficaz para luchar contra este fenómeno. Existe una extensa legislación, articulada en torno de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995, en la que se especifica la formación que se debe garantizar a todo trabajador.

Estamos viviendo una era de cambios sociales y tecnológicos. En esta nueva sociedad están surgiendo nuevas herramientas que modifican la manera como se hacían las cosas hasta la actualidad y que abren todo un camino de nuevas posibilidades que se tienen que explorar en profundidad con el fin de conocer su posible implementación.

Desgraciadamente, estas nuevas herramientas no se tienen en consideración en el momento de diseñar la formación en Prevención de Riesgos laborales, por lo tanto, no se exprime todo el potencial que este tipo de formación supone para los trabajadores. Además, la legislación en esta materia no está actualizada y no incluye estas nuevas herramientas, desarrolladas para una mejor asimilación de los conceptos y facilitar así, la formación.

2. Objetivo

El objetivo principal de este trabajo consiste en conocer la evolución de la formación en Prevención de Riesgos Laborales a la vista del cambio de contexto que se está viviendo en estos momentos.

Este cambio de contexto se podría decir que tiene tres pilares fundamentales que serían: el incremento de la siniestralidad laboral, ya que en los últimos años la accidentalidad está teniendo un ligero repunte; las nuevas herramientas y tecnologías emergentes que están siendo ampliamente estudiadas en los últimos años y abren todo un mundo de posibles aplicaciones; y el cambio de la sociedad, ya que el perfil del trabajador ha cambiado mucho con los últimos años y, además, los riesgos psicosociales han adquirido una mayor importancia en las empresas.

Para la consecución de este objetivo, a lo largo del trabajo se intenta dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo es la formación actual?
- ¿Cuál es el contexto a tener en cuenta?
- ¿Cuáles son las nuevas tendencias que se están proponiendo?
- ¿Cómo encajan, o pueden ser transformadoras, estas nuevas tendencias?

METODOLOGÍA

3.Metodología de trabajo

Para conseguir una visión realista de la situación actual y del futuro de la prevención, se ha procedido a hacer una serie de entrevistas a personajes variados del ámbito de la prevención: un Técnico en Prevención de Riesgos Laborales; tres trabajadores de base, con diferentes rangos; y un investigador con un largo recorrido en este ámbito.

En primer lugar, se realizó una entrevista a Damià Pérez, un Técnico en Prevención de Riesgos Laborales con más de 20 años de experiencia en el sector del diseño e impartición de la formación a trabajadores, en todos sus aspectos. Su visión me ayudó a tener un dibujo claro de cómo se hace la formación en Prevención de Riesgos Laborales actualmente, además de las dificultades que se encuentra en el día a día y, por tanto, las necesidades de mejora que tiene la formación actual.

Se realizó, también, una entrevista tres trabajadores de base con tres perfiles diferenciados. Eran tres trabajadores que trabajaban en un almacén de distribución de la empresa Eninter, especializada en el sector de los ascensores:

- José Luís, jefe de equipo con cinco trabajadores a su mando, que ha hecho una gran cantidad de cursos de formación, me ayudó a ver la importancia de la prevención y los aspectos positivos de los cursos de formación.
- Erika, operaria de almacén, que me dio una visión más sincera de las deficiencias de la formación actual.
- Javier, gerente de la empresa, que me proporcionó la visión de un mando intermedio de la empresa, ya que también se encarga de proporcionar la formación online a los nuevos trabajadores.

Finalmente, hablé con Emilio Castejón, que tiene un blog [1] en el que publica aproximadamente una vez al mes sus investigaciones en el ámbito de la Prevención de Riesgos Laborales. Me ayudó a entender mejor cuáles son las deficiencias del sistema preventivo actual, y posibles razones por las cuales se ha llegado a esta situación.

RESULTADOS

4.Prevención de Riesgos Laborales

4.1 Importancia de la Prevención de Riesgos Laborales

Para intentar minimizar la accidentalidad laboral, existe la Prevención de Riesgos Laborales (PRL), que es la disciplina que busca promover la seguridad y salud de los trabajadores mediante la identificación, evaluación y control de los peligros y riesgos asociados a un entorno laboral, además de fomentar el desarrollo de actividades y medidas necesarias para prevenir los riesgos derivados del trabajo.

Esta Prevención de Riesgos Laborales se tiene que realizar de un modo eficaz y exhaustivo ya que de ello depende la seguridad de los empleados que están realizando las tareas de la empresa. Es por ello que existe la figura del prevencionista, que se encarga de vigilar por el cumplimiento de las normas de seguridad y garantizar en todo momento que los riesgos para los trabajadores son neutralizados.

Es por esto que es importante dar una formación a los empleados de los riesgos específicos del puesto que ocuparán y del modo en el que se debe actuar para hacer que estos riesgos no se conviertan en accidentes laborales.

Como podemos observar en la Figura 1, la mayor parte de los accidentes laborales son debidos a un sobreesfuerzo físico (33,4%),esto significa que en la mayoría de los trabajos, la exigencia física está por encima de las posibilidades del trabajador de absorber la carga de trabajo a la que está siendo sometido.

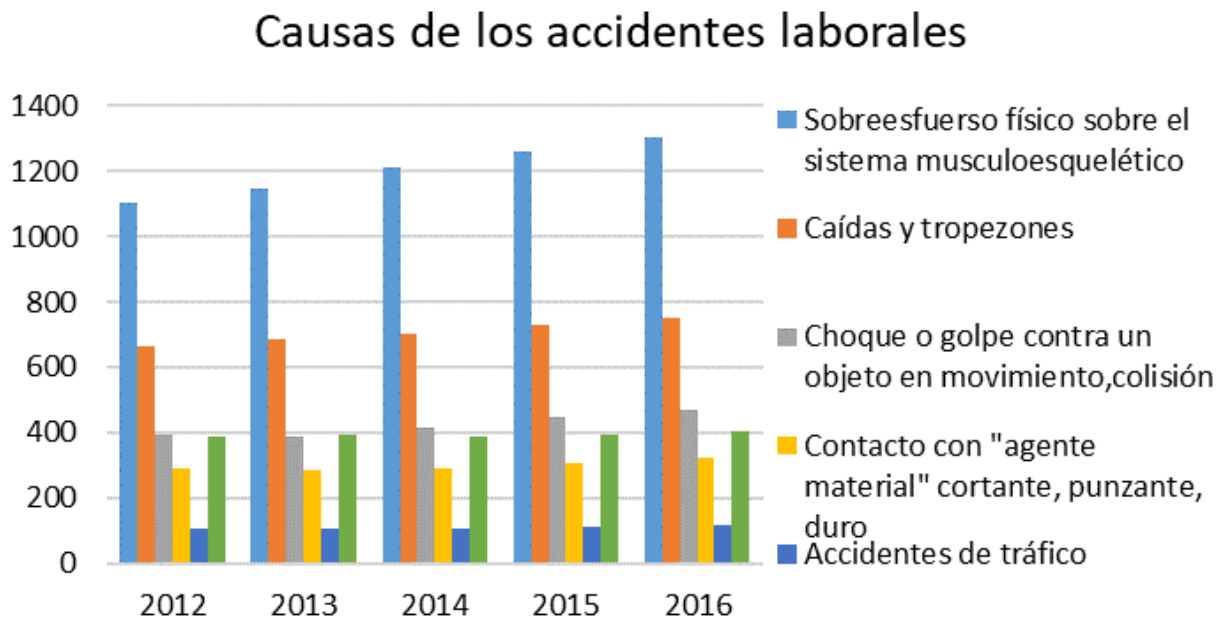


Figura 1. Causas de los accidentes laborales. Índice de incidencia (2012-1016) sectores (Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Empleo y Seguridad Social [2])

Considerando los datos previamente expuestos, no hay lugar a dudas de la importancia de la Prevención de Riesgos Laborales para evitar riesgos potenciales de los trabajadores, y mejorar la seguridad en el lugar de trabajo.

4.2 Legislación vigente

La legislación actual en el ámbito de la prevención de riesgos laborales está articulada en diversas leyes y normas que tienen como eje vertebrador la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995 [3]. Es de especial importancia el artículo 19 de esta ley ya que especifica la formación que deben recibir los trabajadores:

"En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo.

La formación deberá estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario."

A partir de este momento, se redactaron diversas Normas Reglamentarias [4], que complementan la ley 31/1995.

5.Evolución de las herramientas para la formación. Aceleración tecnológica

5.1 Realidad Virtual

Actualmente la realidad virtual consiste en un entorno de apariencia real generado usualmente mediante tecnología informática, en el cual el usuario tiene la sensación de encontrarse en el interior de este mundo con el que puede llegar a interactuar. Este entorno es observado por el usuario a través de un dispositivo que suele ser unas gafas de realidad virtual, acompañadas de otros accesorios, como guantes o mandos, que permiten una mayor interacción con el entorno.

En España el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF), estima que cada año unos 10.000 profesores buscan oportunidades de formación para adquirir competencias digitales [5]. Entre los dispositivos más demandados se hallan las gafas de realidad virtual.

Pero, ¿por qué este interés por la realidad virtual en el ámbito de la educación? Pues bien, principalmente podemos decir que la formación con realidad virtual comporta diferentes beneficios tanto para el docente como para el alumno. Estos beneficios son:

- Mejora la comprensión, ya que en ocasiones puede llegar a ser complicado que un alumno entienda ciertos conceptos, especialmente cuando éstos son complejos o abstractos. La realidad virtual ayuda a mostrar el concepto en todas las dimensiones y, así, facilitar el correcto procesamiento de la información.
- Ahorra tiempo, esto es debido a que los conceptos se entienden más rápido, así que el docente puede dedicar más tiempo a explicar otros conceptos y a profundizar aquello que se quiere transmitir, consiguiendo así transmitir más conocimiento en el mismo espacio de tiempo.
- Genera conocimientos más duraderos, puesto que lo que se experimenta en primera persona se recuerda durante más tiempo que aquello que nos explican. Es por ello que usualmente la formación con realidad alude a las emociones del usuario, ya que así los conocimientos adquiridos serán más estables y duraderos.
- Los estudiantes están más atentos y más cooperadores, como se trata de una experiencia más dinámica, se puede aumentar el tiempo de máxima concentración del alumno, así como también se pueden fomentar experiencias de trabajo en equipo, que son muy difíciles de practicar en la enseñanza convencional.
- Personalización de la enseñanza, se puede trabajar de manera más eficiente ya que se puede personalizar la experiencia educativa a las necesidades de cada alumno y centrarse en aquello que cada persona necesita en cada momento para adquirir de modo exhaustivo toda la información que se está proporcionando.
- Los alumnos pueden empezar a entrenar desde el primer día. Como su integridad física en ningún momento de la formación se pone en riesgo ya que no salimos de la comodidad que ofrece el aula,

los alumnos pueden iniciar su formación práctica desde la primera lección, y así poner en práctica aquello que se les enseña prácticamente en el mismo instante.
- Hace que el aprendizaje sea mucho más seguro, ya que como hemos dicho con anterioridad, no salimos de la comodidad del aula. Esto evitaría los accidentes que se dan en el proceso de aprendizaje práctico.

Dicho esto, la realidad virtual no se plantea como un sustitutivo a la enseñanza tradicional, sino más bien como un complemento para apoyar la mejor comprensión de los conceptos y proporcionar una formación práctica que complemente la formación teórica.

En cuanto a la realidad virtual para la formación en Prevención de Riesgos Laborales, es importante fijarse en el perfil del trabajador accidentado. En la Figura 2 podemos apreciar que, a pesar de que existe bastante homogeneidad de accidentalidad según edades, en las franja de edad entre 16-24 años se concentran los usuarios con más accidentes laborales. Como estas generaciones son aquellas que han crecido con la tecnología, se les hace más fácil emplear estas nuevas tecnologías para la educación.

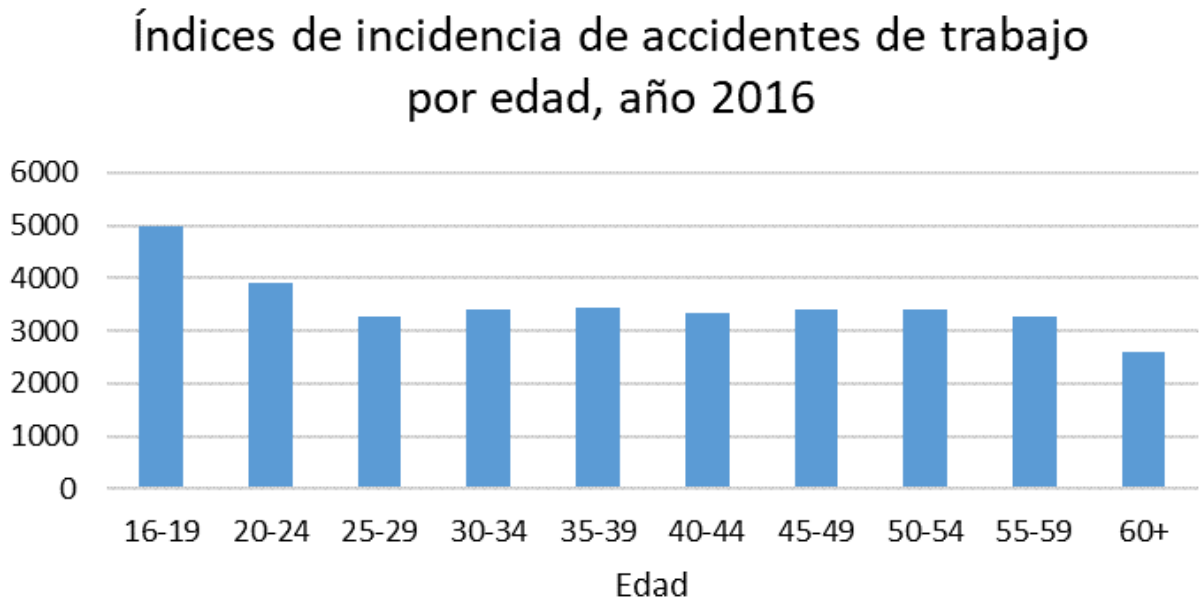


Figura 2. Índices de incidencia de accidentes laborales por edad (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Empleo y Seguridad Social) [6]

5.2 Neurodidáctica

La neurodidáctica [7] es una disciplina que se encarga de estudiar la optimización del proceso de enseñanza. Es un aprendizaje basado en el desarrollo del cerebro, o lo que es lo mismo, la neurodidáctica es la disciplina que favorece que aprendamos con todo el potencial que tiene nuestro cerebro.

Enseñanza y aprendizaje son dos conceptos que van de la mano y que se condicionan mutualmente. El aprendizaje implica el tratamiento, almacenamiento y recuperación activa de la información recibida. La enseñanza, en cambio, debe ayudar a quienes deseen aprender para que puedan desarrollar adecuadamente sus habilidades para procesar a información y aplicarlas a resolución de problemas de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento.

5.3 Consideraciones psicosociales

La Oficina Internacional del Trabajo [8] define los riesgos psicosociales como “las interacciones entre los contenidos del trabajo, la organización y gestión del trabajo y otras condiciones ambientales y organizacionales por una parte y las competencias y necesidades de los empleados por otra. Los riesgos psicosociales son relevantes para los desequilibrios en el plano psicológico y se refieren a aquellas interacciones que muestran tener una influencia peligrosa sobre la salud de los empleados a través de sus percepciones y experiencia”.

No existe un listado unificado de los riesgos psicosociales. No existe a nivel europeo una regulación legal sobre este aspecto. Lo que sí que existe es un consenso sobre que el estrés, la violencia y el acoso son los aspectos más importantes

La evaluación de riesgos psicosociales hace referencia al proceso que tiene como objetivo estimar aquellos riesgos que no se hayan podido evitar, recoger la información necesaria para que el empresario pueda tomar la decisión apropiada respecto al tipo de medidas preventivas a adoptar. Habitualmente los riesgos psicosociales se han investigado desde los modelos de estrés laboral, es por ello que a estos riesgos se les suele conocer por el nombre de *estresores*.

Una de las metodologías utilizadas para la evaluación de riesgos psicosociales es la metodología Prevenlab-Psicosocial [9], que realiza una visión sistemática de las organizaciones y tiene en cuenta elementos derivados de la consideración de los diferentes grupos de interés. Para ello, se basa en el modelo de Análisis Multifacético para la Intervención y Gestión (modelo AMIGO). Este modelo se basa en la identificación de diferentes facetas:

1. Facetas nucleares (sistema de trabajo, estructura de la organización…)
2. Facetas complementarias (estrategia de la empresa, ambiente externo de la organización…)

Para la evaluación de los riesgos psicosociales se utilizan dos tipos de instrumentos: los instrumentos cualitativos, y los instrumentos cuantitativos.

Los resultados se muestran en gráficos, donde se pueden apreciar el porcentaje de severidad de cada una de las facetas y factores analizados. Además, se pueden obtener los datos para cada unidad de trabajo y para cada puesto de trabajo evaluados. Así, se puede definir con mayor detalle los focos donde se concentran los diferentes riesgos y las zonas de riesgo y las actuaciones a realizar.

5.4 E-learning

La formación a distancia es aquella que se realiza de manera no presencial. Si bien no es una técnica tan pionera como la realidad virtual o la evaluación de riesgos psicosociales, es necesario tenerla en cuenta ya que es una práctica no recogida en la legislación vigente.

Esta modalidad de estudio se caracteriza por la separación física entre el alumno y el profesor y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

Los principales puntos a favor de este método es el de la flexibilidad de horarios ya que el trabajador puede estudiar desde su propio hogar, programarse sus horas de estudio y adaptar estos horarios a su rutina personal.

6.Evolución del contexto socioeconómico

Si nos fijamos en la evolución del tamaño de las empresas (Figura 3), podemos ver como el número de pequeñas empresas aumentó durante la crisis y lo que el 1999 suponía un 85.5% de las empresas, en 2016 suponía el 87.01%. Adicionalmente, es necesario destacar que durante todos los años de los que se tiene registro, el número de empresas con menos de 50 empleados se mantiene entorno al 98%.

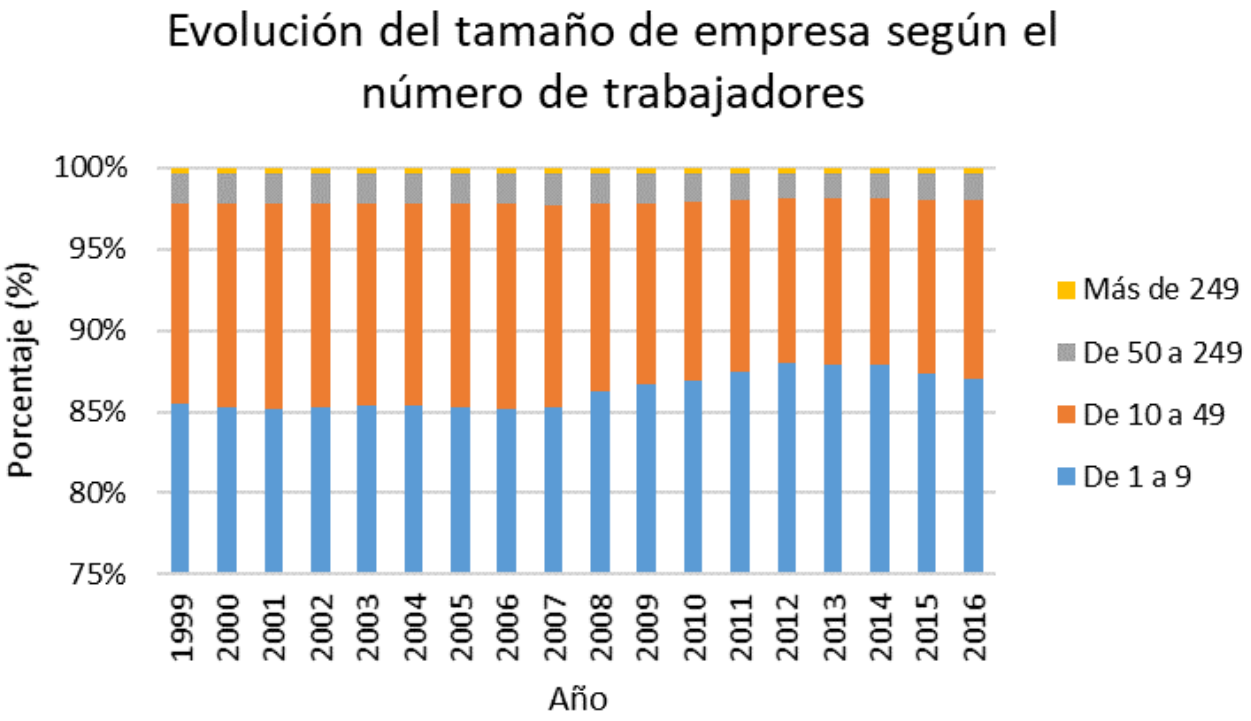


Figura 3. Evolución del porcentaje de empresas, según su tamaño (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Ministerio de Empleo y Seguridad Social)

El tipo de trabajo que se realiza en estos momentos también es diferente al que se realizaba hace 20 años. Los trabajos en la actualidad son mucho más mecanizados y esto permite que los sectores primario y secundario tenga mucho menos peso y, las empresas se centren más en el ámbito de los servicios. Actualmente, en el ámbito laboral, se trabaja con un mayor estrés, con las situaciones y conductas de riesgo que ello supone.

El perfil del trabajador también ha cambiado con el paso de los años. El acceso a la tecnología es mucho mayor para cualquier tipo de persona, esto hace que la comunicación sea mucho más sencilla de lo que era hace 20 años.

Este fácil acceso a la tecnología también supone que en la actualidad se puedan realizar más cursos de formación a distancia, ya que es raro el hogar español donde no hay un ordenador o una Tablet con conexión a internet.

La sociedad también ha evolucionado en los últimos años. La aparición de nuevas tecnologías y una mayor accesibilidad a éstas por parte de todos los usuarios, ha permitido que las barreras físicas y temporales se hayan difuminado, ya que la comunicación entre dos puntos muy lejanos entre ellos es ahora mucho más sencilla de lo que lo era años atrás.

Esta difuminación de las barreras temporales puede ser tanto positiva como negativa ya que, hoy en día, a través de los dispositivos tecnológicos, los trabajadores pueden estar conectados al trabajo las 24 horas del día. Es por ello que es de vital importancia adecuar las políticas preventivas actuales a las nuevas maneras de trabajar.

7.Diseño de la formación en Prevención de Riesgos Laborales

7.1 Estado actual de la formación en Prevención de Riesgos Laborales

A pesar de que existe una amplia legislación en materia de seguridad y salud, no existen directivas claras en cuanto a la formación que debe obtener el trabajador en materia de Prevención de Riesgos Laborales.

La legislación no especifica ni el cómo ni el contenido que se debe transmitir, y no da ninguna indicación de la duración que debe tener tal formación. El cuándo y el quién están claramente especificados: es responsabilidad del titular de la empresa, ya que es éste quien tiene la obligación de proteger la seguridad y salud de sus trabajadores antes del inicio de la actividad y siempre que las condiciones de trabajo o la función del trabajador cambie.

Como hemos dicho anteriormente, según el artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, la formación del trabajador debe ser teórica y práctica, es decir, que debe contener tanto parte teórica como puesta en práctica de los conocimientos adquiridos. Esta parte práctica no puede justificarse como la experiencia del trabajador. Es por ello que la formación que se está impartiendo en estos momentos a distancia mediante la entrega de un manual y la realización de un cuestionario final no es suficiente en materia de formación práctica del trabajador.

El artículo 19 también especifica que esta formación debe ser adecuada y suficiente. En este sentido, no se especifican una duración de esta experiencia, ya que se debe adaptar a las necesidades de cada individuo y del trabajo que vaya a desempeñar. En este sentido, es importante dar importancia a que una mayor duración de la formación no siempre quiere decir que se esté realizando una mejor formación.

7.2 Diseño según el Servicio Público de Empleo Estatal

El Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE) proporciona una guía para diseñar la formación de los trabajadores [10]. Esta guía se basa en cinco pasos a seguir:

1. Primero, se realiza un diagnóstico de la situación en relación a los retos a los que se ha de enfrentar a corto y medio plazo. Entonces, se lleva a cabo un análisis de los factores externos e internos que caracterizan a la empresa.
2. Una vez realizado el análisis de la situación, el siguiente paso consiste en transformar las necesidades identificadas en una formación que genere en la plantilla las competencias necesarias para solucionar los problemas que se hayan detectado. Esta tarea de diseño se llevará a cabo en tres fases:

- Identificación de las necesidades formativas.
- Determinación de las competencias a desarrollar.
- Concretar los objetivos formativos.

1. Gestión e impartición de la formación

En esta fase existen varios aspectos a tener en cuenta en el momento de planificar la formación. Estos aspectos son:

- Contenidos formativos
- Población destinataria
- Número de personas
- Cronograma
- Duración
- Jornada
- Modalidad
- Lugar de impartición

Cuando se han analizado todos estos aspectos, se comunica el plan de prevención, en primer lugar, a la Representación Legal de los Trabajadores, y después a los propios trabajadores.

1. Evaluación de resultados. Pretende medir en grado de conseguimiento de los objetivos formativos y los resultados obtenidos de la impartición de la formación.
2. Resultado final y seguimiento. Como paso final se tienen en cuenta:

- Eficacia de la formación.
- Evaluación del aprendizaje.
- Rentabilidad de la formación. Se realiza un informe de rentabilidad.
- Mejoras en el plan de formación. Se estudia si es necesario mejorar ciertos aspectos.

Una vez estudiados estos aspectos, se vuelve al diseño de futuros planes que incluyan las mejoras que se hayan considerado oportunas.

7.3 Diseño según un Técnico en Prevención de Riesgos Laborales

Tras estudiar los riesgos específicos de cada puesto de trabajo y realizar la Evaluación de Riesgos Laborales, se procede a diseñar un plan de formación adecuado para cada puesto de trabajo. Debido a que el artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales solo contempla la formación presencial como vía para formar a los trabajadores, ésta es una característica imprescindible para todo tipo de formación en PRL, si bien es cierto que habitualmente se complementa con otro tipo de formación, como sería la formación online.

El esquema a seguir cuando se diseña la formación de un trabajador es el que se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Esquema de la formación de un trabajador (Fuente: elaboración propia)

7.3.1 Formación online

Una de las plataformas utilizadas para este tipo de formación es la plataforma *Preventor*. Esta plataforma otorga al técnico que diseña la formación la posibilidad de fijar un tiempo mínimo para que el trabajador no pueda pasar a la siguiente pantalla sin haber adquirido los conocimientos necesarios.

Este tipo de formación tiene la ventaja de que el trabajador no puede ir pasando todas las pantallas sin haberlas leído y, por tanto, proporciona un mayor grado de seguridad de que el operario ha pasado el tiempo necesario para adquirir los conocimientos que se querían transmitir.

El principal inconveniente de la formación online es que no existe ninguna manera real de comprobar que los trabajadores están prestando atención a aquello en lo que se les está formando. Es decir, no se puede garantizar que durante la realización del curso toda su atención se centre en la formación.

7.3.2 Formación presencial

La formación presencial se trata del mínimo imprescindible para cumplir con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Como en dicha ley no se especifican ni contenidos, ni duración de esta formación, es un aspecto bastante flexible en el que los técnicos tienen bastante libertad a la hora de decidir qué formación quieren proporcionar a los trabajadores.

De acuerdo con Damià, la formación presencial dura entre 1 y 2 horas y consiste en grupos reducidos, intentando que no se superen los 6-8 trabajadores. El contenido de esta formación se basa en la Evaluación de Riesgos Laborales realizada con anterioridad en el puesto de trabajo del operario. Esta formación habitualmente se realiza en un aula, pero en la medida de lo posible se intenta hacerla en el futuro puesto de trabajo, ya que así se consigue que los empleados se muestren más atención con respecto a aquello que se les está enseñando.

Si bien es cierto que la mayor parte de esta formación se realiza de manera teórica, en algunos casos se realiza una formación práctico-teórica en la que, además de enseñar la teoría necesaria para el desempeño del oficio, se realiza una formación práctica.

Tras esta formación, el trabajador tiene que pasar un cuestionario de evaluación para demostrar que ha pasado el curso de manera satisfactoria.

A parte de esta formación presencial, se tiene que comprobar que los contenidos no se hayan olvidado con el paso del tiempo. Es por ello que, aproximadamente una vez al año, se realiza un cuestionario de evaluación. Si el resultado de este cuestionario no es satisfactorio, se vuelve a realizar un curso de reciclaje para refrescar la memoria del trabajador.

Además de la formación online, también se realizan cursos con otras tecnologías más pioneras como puede ser la Realidad Virtual. Estos cursos suponen un porcentaje muy reducido de todos los cursos que se dan actualmente. Los cursos que utilizan este tipo de tecnologías son los cursos de rescates, de extinción de incendios y de uso de extintores.

Son cursos que debido a las situaciones críticas con las que tratan, se debe otorgar al trabajador una capacitación más específica para que sepa actuar en la situación de estrés a la que se verá sometido si efectivamente tiene que utilizar estos conocimientos.

El problema es la poca implementación de estos cursos en la formación actual, ya que incorporan un valor añadido a la formación de los trabajadores.

En la entrevista con Damià Pérez también nos comentó como en la medida de lo posible intentan adaptar la formación a las necesidades específicas de los alumnos. Así, cuando se encuentran con un trabajador que no sabe leer ni escribir, la formación se modifica para que sea atractiva y nutritiva también para este trabajador.

Este es solo un caso de adaptación en una situación clara de necesidades específicas. Si bien es cierto que no es la única, parece razonable que se le preste una mayor atención a este colectivo ya que es de vital importancia para el buen funcionamiento de toda la cadena de producción, que todos y cada uno de los trabajadores implicados conozcan y pongan en práctica unas buenas conductas laborales.

Esta adaptación se podría exportar a otro nivel si se pudiera realizar una formación personalizada para cada tipo de trabajador, y así explotar todo el potencial y optimizar los procesos de formación, mejorando a su vez el rendimiento de dicha formación en el puesto de trabajo.

7.4 Percepción del trabajador de base

Para tener la visión del trabajador de base, hemos hecho una entrevista a tres perfiles de trabajador bien diferenciados: a un jefe de equipo, una operaria de almacén y a un gerente de la empresa.

Tras hablar con José Luís, jefe de equipo, que ha realizado diversas formaciones el PRL, quien tiene una buena impresión general de la formación recibida. Pero comenta que la formación, para que sea realmente efectiva, debe ser capaz de cambiar la mentalidad del trabajador, cosa que actualmente la mayoría no consiguen.

Con respecto al tipo de formación recibida, los tres trabajadores entrevistados coinciden en que prefieren la formación presencial a la online, por diferentes motivos:

- Porque es posible interactuar con el profesor y aclarar posibles dudas respecto a puntos que no han quedado claros, como nos comenta Erika.
- Erika también comenta que, a pesar de tener un tiempo mínimo para realizar la formación, después de un rato haciendo la formación, al final se limita a pasar las diapositivas sin leerlas.
- Javier, gerente, nos comenta que habiendo hecho el curso de formación para el desarrollo de funciones preventivas de nivel básico tanto telemáticamente como presencialmente, del primero no recuerda que interiorizara los conceptos y del segundo le pareció especialmente interesante, ya que había bastantes ejercicios y clases prácticas.

8.Identificación del margen de mejora

8.1 Sistema preventivo

Este apartado se basará en las respuestas de Emilio Castejón en la entrevista que se realizó para este trabajo. Nos basamos en su opinión ya que tiene una visión amplia de la legislación de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con Emilio Castejón, el sistema preventivo actual se sustenta sobre tres columnas debilitadas, como se puede apreciar en la Figura 5: una legislación poco atractiva, una Inspección de Trabajo considerada como arbitraria por los empresarios y un seguro específico de accidentes de trabajo con poca libertad para presionar a las empresas.



Figura 5. Esquema del sistema preventivo, según Emilio Castejón (Fuente: elaboración propia)

En este sentido, Emilio comenta que la solución a este problema no es sencilla, ya que cuando surgieron unas ventanas de oportunidad en el pasado, no se actuó con la suficiente decisión y, por tanto, la situación ha llegado a un punto en el que se ha degradado de tal manera la situación, que para que el sistema preventivo español vuelva a funcionar se necesita “cirugía mayor”.

8.2 Formación

Si bien es cierto que la Ley de Prevención de Riesgos Laborales especifica que la formación debe tener una parte teórica y una práctica, en la mayoría de los casos, las empresas se limitan a impartir una formación teórica ya que ésta es mucho más fácil de demostrar se ha realizado y presupone que sus empleados conocen los riesgos a los que se van a enfrentar en cuanto entren a su lugar de trabajo.

Pero una formación teórica en la mayoría de los casos no es suficiente para poder prevenir los riesgos que se pueden producir, es por ello que una formación práctica es igualmente importante para una correcta formación en Prevención de Riesgos Laborales. El problema de las empresas es que la mayoría de omiten este tipo de formación y es por ello que el índice de accidentalidad no disminuye.

De la Encuesta Anual Laboral (EAL) de 2016 [11] se puede extraer que el porcentaje de empresas que imparte formación es más elevado cuanto mayor número de trabajadores tiene la empresa. Así, cuando la empresa tiene entre 5 y 9 trabajadores, un 24% de las empresas no imparte formación. Mientras que tan solo un 0,1% de las empresas de más de 499 trabajadores no imparte formación

Un reciente estudio publicado en la web de Prevención Integral [12], nos indica la opinión de los Técnicos de Prevención. El estudio se basa en la encuesta realizada por AEPSAL [13] a 917 técnicos para conocer su opinión respecto a la formación preventiva que imparten a los trabajadores.

La mayoría de los técnicos (67,7%) cree que la formación actual no es suficiente, entre las mejoras que se proponían a los técnicos, la que logró mayor apoyo (91,5%) fue la de "Formaciones más prácticas con la intervención de mandos intermedios en los propios equipos de trabajo y en los lugares de trabajo".

En la actualidad, las empresas con menos de 50 trabajadores representan un 98% del total de empresas. Todas las novedades tecnológicas han sido creadas para el consumidor. Es lógico pensar, entonces, que las PYMES también se pueden beneficiar de este cambio. Con la ruptura de las barreras existentes, actualmente es posible que una PYME tenga acceso a nuevos medios tecnológico para poder competir con las grandes empresas.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

9.Una aportación personal: consideraciones sobre el presente y futuro de la Prevención de Riesgos Laborales

Las nuevas tecnologías que han surgido estos últimos años han ayudado a reducir el número de accidentes y, como comenta Emilio Castejón, a partir del año 2003-2005, con el aumento de la construcción, los empresarios se vieron obligados a invertir en maquinaria para aumentar la producción.

Toda inversión en maquinaria, aunque en un primer momento se realice para incrementar la seguridad, se traslada a un incremento de la seguridad en el puesto de trabajo, ya que las máquinas son cada vez más seguras.

Al realizar este trabajo, me he dado cuenta de que la mayor parte de las herramientas estudiadas no se están teniendo en consideración a la hora de diseñar e impartir la formación a los futuros trabajadores, a pesar de que podría suponer una mejora sustancial en la calidad de ésta.

El principal problema para la implementación de estas nuevas herramientas es la legislación actual, que no contempla ningún tipo de nueva tecnología. De hecho, ni siquiera la formación online está contemplada en el artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Su empleo, por tanto, queda limitado a un plano de apoyo de la formación tradicional.

A pesar de que el artículo 19 no mencione explícitamente la formación online, es cuando dice que “la formación debe ser teórica y práctica” que la Inspección de Trabajo interpreta que no se puede garantizar una formación práctica con metodologías a distancia. Por tanto, debe existir obligatoriamente una parte presencial de la formación, de duración variable en función de la dificultad de la tarea a realizar.

Si bien es cierto que Damià Pérez comenta que la formación a distancia no puede sustituir de manera completa la formación presencial, existen ciertos aspectos positivos de este tipo de formación, por lo que creo que su uso debería estar contemplado en la Ley de Prevención.

Siguiendo esta línea de razonamiento, la opinión de los trabajadores es bastante parecida a la del técnico en prevención. Ambos coinciden en que la mejor formación es mejor si es presencial, por tanto, parece razonable pensar que este punto debería ser la prioridad de actuación. Actualmente, se abusa de la formación online debido a su flexibilidad y, por tanto, por la facilidad de combinarla con los horarios laborales y personales. En resumen, proponemos reducir las horas de formación online y sustituirlas por horas de formación presencial.

Pero como se ha estudiado en este trabajo, con una mejora de la formación no se conseguiría una reducción de los riesgos laborales. En este sentido, aludiendo a las respuestas de Emilio Castejón, el sistema preventivo nacional está fundamentado sobre 3 pilares debilitados, que se deberían reforzar.

El primero de estos pilares es el de la legislación. La legislación española es farragosa y poco concisa, por lo tanto, es difícil de entender e interpretar por parte de los empresarios y trabajadores. Así pues, creo que esta legislación debería hacerse más comprensible para ser fácilmente entendida por todas las partes.

El segundo pilar sería una Inspección de Trabajo formada básicamente por juristas. Éstos no son especialistas en el tema de la prevención, por tanto, en la mayoría de los casos, se limitan a verificar que la empresa tiene toda la documentación relativa a la prevención en regla, en lugar de verificar que efectivamente la prevención se está realizando de la manera adecuada.

Al hablar de este pilar cabe destacar que el problema no reside simplemente en la verificación de la documentación de prevención, sino que cuando sucede un accidente, en muchos casos, los inspectores no llegan al fondo de la cuestión y no llegan a analizar las causas de este accidente.

Para solucionar este problema, cabe destacar que el gobierno el año 2017 [14] puso en marcha el Cuerpo de Subinspectores Laboral pertenecientes a la Escala de Seguridad y Salud Laborales. Se debería vigilar cuál es la verdadera implicación de estos subinspectores y qué papel acaban teniendo en la inspección de trabajo. Si bien todo hace pensar que tendrán un impacto positivo y, quizás, se consigue que la Inspección de Trabajo deje de percibirse como arbitraria.

El tercer pilar es el seguro de accidentes laborales. En este punto, cabe destacar que este es un problema doble ya que, por una parte, el tomador del seguro, es decir la Seguridad Social, limita el presupuesto que las mutuas pueden destinar a hacer prevención. Por otra parte, el poder de presión que las mutuas pueden ejercer sobre las empresas también está limitado debido a que, si ejercen una elevada presión, la empresa es libre de cambiarse a otra mutua.

El sector de los seguros de accidentes laborales maneja mucho dinero, ya que a pesar de que la aportación por afiliado sea pequeña, existe un gran número de afiliados. Es por ello que parece razonable pensar que si estas mutuas tienen capacidad y voluntad para que las empresas realicen una mejor formación en Prevención de Riesgos Laborales, ésta verá su calidad aumentada de manera sustancial.

CONCLUSIONES

10. Conclusiones

En los últimos años estamos viviendo una revolución tecnológica que abre todo un abanico de posibilidades de mejora para todos los ámbitos. Uno de estos ámbitos de aplicación es la Prevención de Riesgos Laborales, y más concretamente, para la manera en que se imparte su formación.

Es ya bien conocido que una adecuada formación es de suma importancia, ya que la mayoría de los accidentes que se producen en la actualidad tienen componentes relacionados con la falta de interiorización de los riesgos, es decir, se podrían haber prevenido con una buena estructura preventiva que mitigue incluso las negligencias del propio trabajador.

En cuanto al estudio realizado, no se ha conseguido materializar en un plan de formación concreto, tanto por falta de tiempo como por falta de experiencia. Ya que un plan de formación en prevención de riesgos laborales es muy extenso e implica muchas horas de preparación y planificación, incluso para un técnico experimentado

Una formación actual típica se basa en una formación online, seguida de una formación presencial. En la mayoría de los casos esta formación no contempla una formación práctica, sino que se limita a una formación teórica de los conceptos, a menudo por falta de medios para disponer de espacios habilitados, pero también por disponer de pocas alternativas.

Un buen método para mejorar la formación, aprovechando el uso de las nuevas tecnologías, es el de implementar una formación que contenga unas lecciones prácticas con realidad virtual, lo que ya se está explorando en diferentes ámbitos, incluyendo la propia UPC. Se ha observado que tanto trabajadores como técnicos e investigadores están muy receptivos a este tipo de formación.

El principal problema de la formación con realidad virtual es que no hay suficiente material desarrollado para su inclusión en todos los cursos de Prevención de Riesgos Laborales y, por tanto, su inclusión inmediata no parece posible, si bien se está desarrollando contenido en la actualidad, incluso la propia UPC.

De los contactos con los diferentes agentes involucrados en la prevención, se desprende que el principal punto débil de la prevención actual es la legislación vigente. Esta legislación, que debería garantizar una correcta formación de todos los trabajadores, en cambio solo se pronuncia respecto a este aspecto en el artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Es cierto que a pesar de que este artículo fija unos mínimos de formación, deja demasiado margen de decisión al empresario respecto a la duración de ésta y los contenidos a impartir. Un buen ejemplo de estas prácticas son las que se adoptaron en el V Convenio General del Sector de la Construcción, donde se fijaron contenidos formativos y duración de la formación concretos.

En este sentido, el empresario opta por basar la formación en el e-learning, es decir, la formación a distancia. Tras analizarlo en profundidad y consultarlo con las partes, hemos verificado que la formación online no es la mejor manera de que los trabajadores aprendan ya que perciben la lección como aburrida y les requiere mucho más esfuerzo aprender que en una formación presencial.

Para conseguirlo, como puntualiza Damià Pérez, y queda recogido en esta memoria, sería necesaria una modificación de la ley o, mejor aún de los Reglamentos como comenta Emilio Castejón, para incluir estos aspectos, aunque esto no parece una de las prioridades de la administración ya que la ley vigente de Prevención de Riesgos Laborales fue aprobada en el año 1995 y, a pesar de numerosas llamadas de atención al gobierno, éste no ha realizado mejoras sustanciales.

A través de este trabajo, ha quedado constancia de que tanto Técnicos en Prevención de Riesgos Laborales como investigadores en este ámbito son de la opinión de que, tal y como se hacen las cosas hoy en día, el sistema preventivo español tiene muchas deficiencias y, como opina Emilio Castejón, tiene difícil solución.

AGRADECIMIENTOS

11. Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a Javier Mora e Ignacio Valero, por su orientación, paciencia y, sobretodo, por ayudarme a mantener la calma en los momentos más críticos de mi trabajo.

En segundo lugar, agradecer a Damià Pérez, con quien he estado en permanente contacto y me ha dado su visión de la manera en la que se hacen las cosas y su opinión sobre cómo se podría mejorar la formación que reciben los trabajadores.

Además, me gustaría agradecer a José Luís, Erika y Javier, ya que sin ellos no hubiese podido tener la visión de la gente que finalmente recibe estos cursos de Prevención de Riesgos Laborales respecto a la formación que están recibiendo.

A Emilio Castejón, por dedicarme su tiempo y abrirme los ojos respecto a cuáles son, bajo su punto de vista, los puntos débiles de la Prevención en Riesgos Laborales actual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

12. Bibliografía

[1] E. Castejón Villela, «Entre sin llamar,» Prevención Integral, [En línea]. Available: https://www.prevencionintegral.com/ca/comunidad/blog/entre-sin-llamar. [Último acceso: 23 09 2018].

[2] «Ministerio de Empleo y Seguridad Social,» 31 02 2017. [En línea]. Available: http://www.oect.es/Observatorio/3%20Siniestralidad%20laboral%20en%20cifr... . [Último acceso: 31 08 2018].

[3] «Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes e Igualdad,» 10 02 1996. [En línea]. Available: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-24292. [Último acceso: 28 08 2018].

[4] «Boletín Oficial del Estado,» [En línea]. Available: https://www.boe.es/buscar/. [Último acceso: 30 08 2018].

[5] Universia, 07 03 2017. [En línea]. Available: http://noticias.universia.es/ciencia-tecnologia/noticia/2017/03/07/11501... . [Último acceso: 19 08 2018].

[6] «Ministerio de Empleo y Seguridad Social,» [En línea]. Available: http://www.empleo.gob.es/estadisticas/eat/eat16/ATR_2016_Completa.pdf. [Último acceso: 01 09 2018].

[7] A. García Cedrán, «Cognifit,» 21 09 2017. [En línea]. Available: https://blog.cognifit.com/es/neuroeducacion-que-es-y-para-que-sirve/. [Último acceso: 03 09 2018].

[8] «Organización Internacional del Trabajo,» [En línea]. Available: https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/who-we-are/international-labour... . [Último acceso: 16 08 2018].

[9] J. Peiró, «La metodología "Prevenlab-Psicosocial" para la evaluación de riesgos psicosociales de la empresa,» de Perspectivas de Intervención en Riesgos Psicosociales. Evaluación de Riesgos, 2006, pp. 105-130.

[10] «Servicio Público de Empleo,» [En línea]. Available: https://www.sepe.es/contenidos/empresas/formacion/plan_formacion_tu_empr... . [Último acceso: 05 09 2018].

[11] «Ministerio de Trabajo y Seguridad Social,» [En línea]. Available: http://www.empleo.gob.es/estadisticas/EAL/welcome.htm. [Último acceso: 14 09 2018].

[12] P. Sánchez, «Prevención integral - Formación preventiva de los trabajadores: los Técnicos de Prevención proponen mejoras,» 29 08 2018. [En línea]. Available: https://www.prevencionintegral.com/actualidad/noticias/2018/08/29/formac... . [Último acceso: 12 09 2018].

[13] «AEPSAL,» 10 04 2017. [En línea]. Available: https://www.aepsal.com/wp-content/uploads/2017/04/1%C2%AA-Encuesta-en-Es... . [Último acceso: 14 09 2018].

[14] «Guía Laboral - El control de las condiciones de trabajo, empleo, seguridad social y seguridad y salud en el trabajo,» Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, [En línea]. Available: http://www.mitramiss.gob.es/es/Guia/texto/guia_10/contenidos/guia_10_21_... . [Último acceso: 25 09 2018].

LA CAPACITACIÓN DE DOCENTES EN PROTECCIÓN CIVIL COMO UNA MANERA DE GENERAR LA CULTURA DE LA PREVENCIÓN EN EL IPN

RESUMEN / ABSTRACT

México es un país altamente sísmico donde se reporta un promedio de cuatro sismos al día, con una magnitud superior a los 3.5 grados en escala de Richter y en el 2017 sufrió dos sismos de magnitudes superiores a 7 grados en menos de un mes, por lo que es importante iniciar acciones de capacitación a docentes, personal de apoyo y a los alumnos que permitan estar preparados ante los desastres naturales, para esto, se propone generar vínculos con las autoridades pertinentes para generar iniciativas de ley en materia de protección civil en la educación media superior o al menos en instituciones que utilicen edificios de tres o mas niveles.

La presente investigación muestra las necesidades de formación de los sujetos que laboran en el CECyT 7 del IPN de México recabadas mediante entrevistas de algunos docentes que viven los sismos en el edificio de aulas, que es un edificio de cuatro niveles y en ocasiones no tienen argumentos para retener a los alumnos en el cuarto nivel ya que la mayoría no quiere replegarse y desconocen las partes seguras del edificio, con esto se pretende acudir a directivos de protección civil de la Ciudad de México para que genere cursos de capacitación a docentes con la finalidad de fomentar las buenas prácticas de seguridad que permita salvar el mayor número de vidas ante un desastre natural y ante la legislación como el Senado de la República para que genere una iniciativa de ley para que los docentes que ingresen a las instituciones educativas deban de ser capacitados ante desastres naturales mas comunes en la zona en que se encuentre la escuela.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

México es un país altamente sísmico
formación de los sujetos que laboran en el CECyT 7 del IPN de México
fomentar buenas prácticas de seguridad

AUTORES / AUTHORS

Rodolfo Vega García
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ingrvegag@gmail.com
Rodrigo Puebla Mogollan
Cámara de diputados México
rpueblam.sp@gmail.com
Auriestela Rodríguez Zúñiga
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
jenauri@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En la educación el mantener la seguridad de los estudiantes es la principal prioridad de todo administrativo y docente, sin embargo, el personal docente, de apoyo a la educación y los administrativos, no cuentan con los conocimientos mínimos necesarios de protección civil o de primeros auxilios, de tal manera, que no se sabe qué hacer ante una contingencia natural o algún accidente que sufra los estudiantes o los compañeros trabajadores, es frecuente que alumnos y trabajadores pueden padecer algún accidente y ante la contingencia la unidad medica o el personal encargado de dar las primeras atenciones medicas tardan demasiado en llegar al lugar del accidente, ya que los laboratorios y aulas se encuentran a distancias que pueden tardar algunos minutos, los cuales son esenciales y vitales para el personal que sufrió el accidente, ya que un minuto puede ser vital.

Por lo anterior, la presente investigación pretende hacer un estudio en diferentes institutos educativos para conocer sus protocolos de protección civil y de primeros auxilios, con la intensión de hacer un análisis de que tan preparados se encuentran ante una contingencia natural real, es decir, hacer sonar la alarma sísmica en los planteles sin avisar y observar cómo actúan los maestros, personal de apoyo a la docencia y a los administrativos, para después entregar los resultados a las autoridades y establecer un programa de capacitación en el ámbito de protección civil y en primeros auxilios.

Con base a los resultados de cada escuela observada, se realizara un análisis general de las fortalezas y de las oportunidades encontradas, para entregar al senado de la república, con la intención de hacer una propuesta de ley en el ámbito de protección civil y de primeros auxilios, donde se solicite que todo docente debe de tener conocimiento de primeros auxilios ya que es el responsable de los alumnos que está atendiendo, además es el elemento más cercano a los alumnos y a las contingencias que se pueda presentar, el docente es el ente educativo que debe de saber que hacer ante una cortadura de uno de sus alumnos, un desmayo, quemaduras, caídas en los salones o en las escaleras, ataques epilépticos, obstrucción de las vías respiratorias, etc., además, debe de conocer los lugares seguros para colocarse en los diferentes espacios del plantel.

METODOLOGÍA

En el desarrollo de la actividad se trabajará bajo el método de la observación científica, ya que tenemos claro los que queremos observar en diferentes unidades académicas, con el objetivo de encontrar resultados apegados a la realidad, sin desviaciones por no querer mostrar las deficiencias propias y de la comunidad, los pasos a seguir en el desarrollo de la investigación serán:

- Observar cuidadosa y críticamente.
- Registrar los datos observados.
- Analizar e interpretar los datos.
- Elaborar conclusiones.
- Elaborar el informe de observación

Se aplicará un cuestionario donde se pregunte a los trabajadores, docentes y alumnos si conoce diferentes acciones de seguridad que se deben de implementar en el momento en de una contingencia natural, también si conocen donde se encuentra el servicio medico y el horario de los médicos escolares para cuando se tenga la necesidad, preguntas que resultaran del análisis de la observación con la idea de contrastar los resultados del cuestionario y obtener una conclusión eficiente.

El proceso de la investigación se aplicará las acciones en cada espacio donde se desarrollan actividades académicas como talleres, laboratorios y aulas, que se tiene en la unidad académica y se desarrollara siguientes actividades:

- Se realizará un simulacro de sismo sin avisar a los integrantes de la comunidad de las unidades académicas, solo será con la autorización del director, se omitir la información a la brigada de protección civil, ya que es un elemento de evaluación.
- Se trabajará con personal alumno quien se infiltrará en aulas, talleres y laboratorios donde simulara algún desmayo, ataque de ansiedad o atragantamiento, con la finalidad de observar si los docentes, trabajadores saben que hacer ante esa situación.
- Se realizarán algunos simulacros de accidentes en los diferentes talleres y laboratorios que trabajen con maquinarias pesadas y reactivos que puedan acusar quemaduras, irritaciones u otros accidentes.
- Se aplicará un cuestionario a una muestra de la comunidad estudiantil, docentes y trabajadores de apoyo con la finalidad de obtener resultados congruentes con la observación científica.
- Se realizará un informe que se hará conocer a los directivos de cada unidad académica y el

otorgamiento de las facilidades para que personal de las diferentes alcaldías den cursos de capacitación a trabajadores, docentes y alumnos para preparar más al personal del centro escolar.

Con los resultados se pretende mostrara a las autoridades de la importancia de la preparación de las comunidades escolares en todos los niveles de educación, pero con mayor importancia a los niveles medios y superiores, ya que en estos niveles se trabaja con maquinarias mas complejas en los laboratorios y talleres que propician accidentes con mayor grado de peligrosidad para la integridad de los estudiantes.

Los resultados del estudio pretenden, que sea la base para poder implementar una iniciativa de ley que integre como actividad cotidiana la formación de trabajadores y docentes en protección civil y en primeros auxilios, es decir, que todo docente o trabajador al iniciar sus actividades en algún centro escolar tiene la obligación de tomar diplomados referentes a los temas tratados, esto también se realizara en brigadas de alumnos, al menos uno por grupo como apoyo a los docentes.

Es importante mencionar que se tomaron escuelas con instalaciones grandes, es decir con edificios de tres y cuatro niveles, considerando nivel uno a la planta baja.

RESULTADOS

La unidad académica de estudio es un plantel del nivel medio superior, tiene un edificio de aulas de cuatro niveles, un edificio gemelo de tres niveles de laboratorios, un edificio de dos niveles de talleres y cuatro naves de talleres pesados, donde utilizan maquinarias y plantas de soldar de diferentes procesos de soldadura, también cuenta con un edificio de dos niveles donde se imparten idiomas, una alberca y diferentes áreas deportivas, cuenta con un edificio de gobierno de dos niveles.

Durante el simulacro se observó que desalojaron los diferentes edificios y se replegaron a diferentes lugares en el nivel mas alto, el tiempo máximo de esta maniobra fue de tres minutos con 54 segundos, el cual es demasiado ya que el tiempo que nos proporciona la alarma sísmica es de alrededor 90 segundos, se observo desinterés de los alumnos y docentes ya que bajaban con demasiada tranquilidad, algunos alumnos jugando, corriendo y empujando a sus compañeros, los trabajadores docentes venían platicando y no cuidaban a los alumnos, la brigada de protección civil respondió de manera inmediata ya que en sus pertenencias lleva su equipo y cuando sonó la alarma se colocaron en lugares estratégicos y dieron la indicación a sus compañeros.

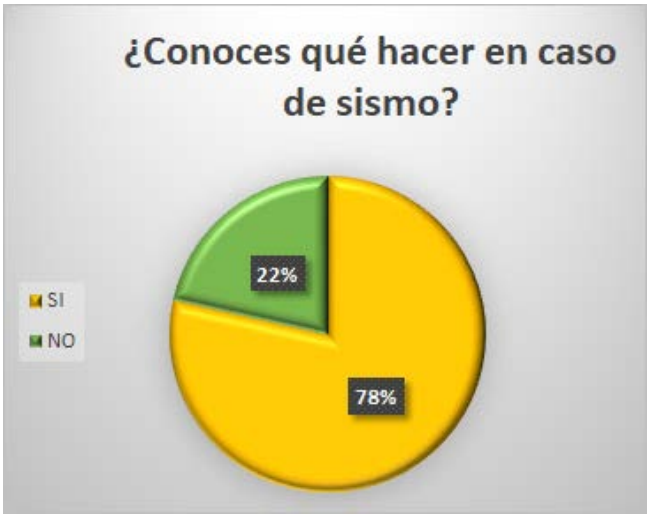
En el caso de los simulacros de accidentes, se realizaron tres accidentes en espacios, horas y días diferentes y se observó como actuaban los docentes en cada caso, en los tres casos los docentes se vieron superados y se hicieron a un lado, en uno totalmente fue iniciativa de los estudiantes para salir corriendo pidiendo auxilio a los prefectos y buscando apoyo médico, en los otros dos mantuvieron la calma y fueron los docentes los de la iniciativa, solo en un caso, tomo al alumno y levanto la cabeza, pidió agua y le puso un poco en la frente y cabello. En esta unidad los prefectos tienen radios de comunicación lo que fue muy rápida la respuesta del servicio médico, sin embargo, los doctores pidieron que sean trasladados al servicio médico, ellos no fueron al lugar de los hechos para brindar el apoyo.

El resultado de cuestionario en general fue que los docentes y los trabajadores si saben que hacer en caso de sismo y que, si conocen los lugares seguros de cada uno de sus áreas de trabajo, los docentes reconocen que en los simulacros no ponen el verdadero interés, pero algunos comentaron que en el sismo del 19 de septiembre del 2017 casi se logro el desalojo total antes del sismo.

Los resultados de una muestra de doscientos trabajadores entre docentes y personal de apoyo se tuvieron las diferentes respuestas:

El cuestionario fue integrado con cinco preguntas, las respuestas se muestran en las siguientes graficas.

La primera pregunta trata de indagar si la comunidad sabe que hacer en caso de sismos donde 157 personas contestaron que, si y 43 personas contestaron que no, lo que muestra que la gran mayoría contesto que si conoce.

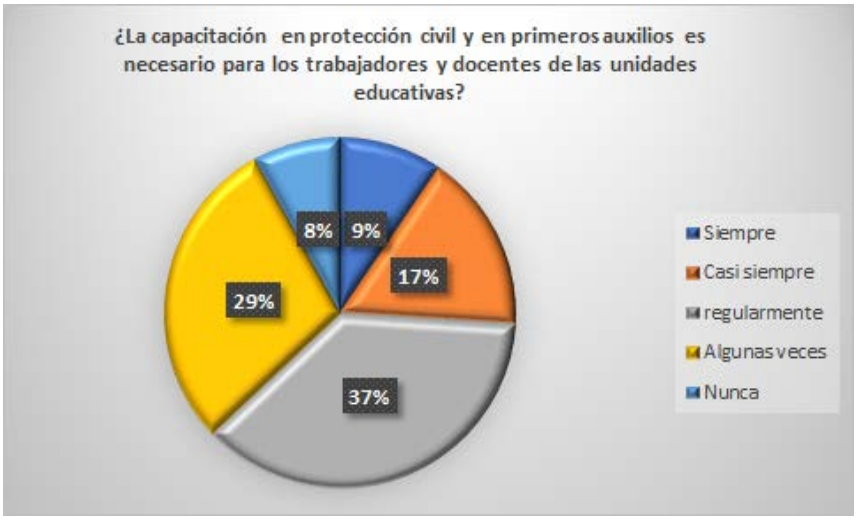


La segunda pregunta se enfoca el tener conocimiento de los lugares seguros en aulas, talleres y laboratorios, ya que es importante saber que hacer si se encuentra en la planta baja de edificio o en el ultimo piso, el cual no desaloja, se repliega, o en los talleres y laboratorios, en esta pregunta observamos que 123 personas encuestadas dicen que si conocen los lugares seguros en sus lugares de trabajo y 77 personas dicen no conocer, lo que son muchos trabajadores que no tienen información de los lugares seguros, numero grande ya que no se contrata personal nuevo desde el 2012. Y es tiempo suficiente y se han realizado varios simulacros contra sismos y amenazas de bomba.

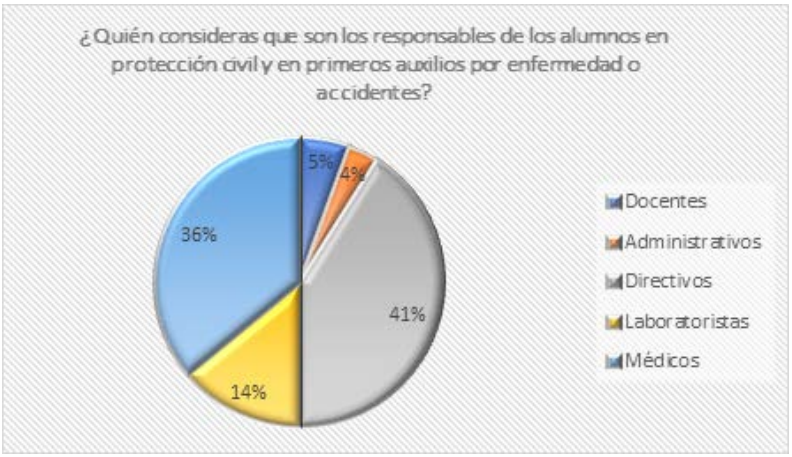


La tercera pregunta es referente a saber si están dispuestas a tomar capacitación y saber si las personas encuestadas ven importante conocer sobre la seguridad de los estudiantes ya que son los docentes, los administradores y los trabajadores de apoyo los responsables de la seguridad de las mentes del mañana.

En este caso las respuestas no están marcada de las doscientas personas encuestadas 16 contestan que no consideran importante recibir capacitación sobre temas de protección civil y de primeros auxilios, sin embargo, puede ser por que ya tienen conocimiento de estos temas o bien por que no les importa este tipo de capacitación, 58 personas creen que algunas veces lo hacen, son embargo, no es su prioridad, 74 personas dicen que regularmente que se tenga este tipo de capacitación la toman, por lo que, consideran que si es importante capacitarse en este tipo de temas, 33 personas dicen que casi siempre se capacitan en estos temas y 19 de las doscientas dicen que siempre lo hacen.



La pregunta número cuatro se refiere a la consideración de los encuestados de quienes tienen la responsabilidad de la seguridad de los alumnos y 82 personas contestaron que los directivos, 72 personas responsabilizan a los médicos escolares, 28 encuestados piensan que los responsables son los laboratoristas, 11 que los docentes y 7 que los administrativos.



La quinta pregunta invita a la reflexión de que persona se encuentra directamente con los alumnos de manera que es el primer contacto, quienes tienen que ofrecer la primera atención de auxilio, o al menos informar a las autoridades y a los médicos de la situación que se presenta, en esta pregunta, 116 encuestados contestan que los responsables directos son los docentes, 56 piensan que son los laboratoristas, 25 que son los médicos y solo 3 que son los directivos los del contacto directo, los administrativos no son considerados como de contacto directo por parte de los encuestados.



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

De la observación.

La realización de los simulacros se realiza para formar una cultura de prevención en la comunidad escolar, pero es una realidad que como se sabe que es un simulacro, ninguna de las partes interesadas le dan la suficiente importancia, ya que los alumnos en su mayoría sele jugando, platicando, se da el tiempo de guardar sus pertenencias, sale después de varios llamados por parte de la brigada de protección civil, los docentes no toman el papel como parte de la seguridad del plantel, al igual que los alumnos salen platicando con sus compañeros o con los mismos alumnos, situación, que se complica en situación real ya que el solo escuchar la alarma sísmica es personal académico y de apoyo comienzan a estresarse y en algunos casos sale primero, olvidándose de los estudiantes, sin importar que se encuentren en el piso de repliegue.

En el caso de los accidentes es claro que los docentes y laboratoristas son los responsables directos o bien es el primer contacto ante una contingencia natural o de accidente por lo que si es recomendable que los docentes se capaciten y es de vital importancia para que estén preparados para brindar los primeros auxilios ante situaciones que pueden presentarse en el salón de clase, la mayoría de los docentes no le dan importancia a la salud de sus alumnos, ninguno pregunta a sus alumnos si estos tienen algún padecimiento o si toman medicamentos de alguna enfermedad, por lo que, desconocen que se puede presentar una situación de peligro que requiere de al menos estar alertas.

Este tipo de situaciones se presentan en unidades académicas del nivel medio y superior que han llegado al deceso de sus estudiantes y los docentes lloran, pero no hacen nada, en ocasiones son los alumnos los que salvan la situación ya sea el ir por el médico, en todas las áreas quieren tener médicos, sin considerar la importancia de la capacitación de los instructores de la actividad académica, cultural o deportiva.

Del cuestionario

Los resultados del cuestionario se encuentras situaciones que difieren de la realidad o de lo que se observo en el desarrollo de los simulacros, ya que la mayoría de la comunidad sabe que hacer en caso de sismo pero en el simulacro no fue atendido de la mejor manera, sin embargo, de los comentarios de los docentes directivos y personal de apoyo comentan de la excelente repuesta por parte de la comunidad en el sismo del 19 de septiembre de 2017 donde todos desalojaron en tiempo y forma y los docentes que se encontraban en el ultimo nivel se replegaron y se mantuvieron todo lo que duro el sismo, para después hacer el desalojo, es importante mencionar que en ninguno de los simulacros su tuvo lesionados.

En la respuesta de la segunda pregunta se puede observar que todos conocen los lugares y posiciones seguras dependiendo del área de trabajo cuando se presentaron los simulacros y efectivamente hicieron el repliegue, pero no la posición segura ya que se dieron cuenta del simulacro y la gran mayoría de los alumnos se acercaron a la ventana para observar lo que estaba aconteciendo.

En cuestión a la capacitación es gratificante que la mayoría esta dispuesta a la capacitación para mejorar la atención y seguridad propia y de sus estudiantes, es importante hacer mención que la capacitación no solo es para la seguridad en la escuela, el conocimiento se puede transmitir a la familia y comunidad, haciendo a la sociedad mas segura, esto es importante para poder tramitar cursos en protección civil y en primeros auxilios con la intensión de prevenir accidentes que hasta el momento no se han presentado en este centro de estudios, pero en otros centros de la misma institución si, como es el caso de una alumna de perdió la vida por una tardía intervención de primeros auxilios y médica.

En ocasiones la comunidad pierde piso y comenta que los directivos son los responsables de todo lo que pasa en la unidad académica y en realidad así es, sin embargo hay personas que pueden intervenir de manera directa o como una vía de comunicación ya que son los docentes quienes se encuentran en contacto con los estudiantes, en caso de cualquier accidentes los docentes titulares junto con los adjuntos o laboratorista son los primeros en atender los accidentes y los eventos naturales, por lo que son los que deben de tener la capacitación para intervenir apoyando a los alumnos con los primeros auxilios, organizar a los alumnos para que avisen a los médicos escolares y a las autoridades para en caso de ser necesario pedir el apoyo a servicio de emergencia, pero con la atenciones necesarias para no poner la vida de los alumnos en peligro.

Por esta razón la pregunta cuatro y cinco están ligadas, es claro que la responsabilidad total es de la autoridad, sin embargo los docentes son los principales responsables por ser el primer contacto, se entiende que no es su obligación ya que no esta reglamentado mediante la normatividad escolar, institucional, estatal ni federal, sin embargo es la intensión de tramitar con esta investigación, mostrar a la autoridades correspondientes la falta de atención que se tiene al respecto en la educación.

Los resultados de la investigación muestran que el centro educativo investigado tiene una preparación aceptable, realiza simulacros de manera continua y que en los sismos actuales se a tenido una respuesta rápida y no se presentaron contratiempos, aunque el inmueble si sufrió daños, menores, sin embargo, es causa del temor y de la inseguridad de la comunidad escolar.

Los resultados de los dos recursos no son congruentes existe una discrepancia de lo observado y lo escrito en los cuestionarios por lo que es importante tramitar cursos de seguridad y de primeros auxilios ante la alcaldía perteneciente ya que están ocupados en el tema y están dispuestos a capacitar a los docentes, administrativos y estudiantes con la intención de hacer un efecto multiplicados para tener capacitado al personal ante cualquier contingente.

El estudio tratado en esta unidad académica tiene que ser replicado en otras centros escolares para obtener un parámetro de que tan preparada se encuentra las escuelas en la ciudad de México y poder hacer un análisis mayor, con mas elementos que apoyen a las autoridades del cenado mexicano poder solicitar a la capacitación de los docentes y alumnos sobre temas de seguridad y de primeros auxilios por ley y que cada vez que se integre un nuevo alumno, docente o trabajador reciba los cursos para fomentar la cultura de la prevención.

CONCLUSIONES

La seguridad de la sociedad es una actividad que nunca debe de terminar y es por eso de la importancia de la creación de una ley que se encargue de la preparación y formación de los maestros, alumnos y trabajadores de apoyo a la educación, ya que cada día conviven con una gran cantidad de alumnos en laboratorios y talleres donde trabajan con materiales y equipos complejos que los somete a un riesgo constante y gracias al cuidado de los docentes, a las medidas de seguridad que se implementan en los espacios académicos, se evitan accidentes, pero no podemos estar pensando que nunca pasaran los accidentes, por lo que tenemos que capacitarnos para estar más preparados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rosas, H. J.,Teoría y práctica de la protección civil, universidad Autónoma Metropolitana, 2010, pp 123
2. Cortes José María. Seguridad e Higiene del Trabajo: Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. Editorial Tebar, S.L. España 2007
3. Guerra R. Diódoro, 2006 Educación y cambio estructural, pág. 20 – 25
4. Mulder, Meerding. “Establecimiento de prioridades en la prevención de lesiones: la aplicación de una incidencia según el modelo de costo. Prevención de lesiones de 2002”; 8: 74-78. Año 2002.
5. Secretaría Administrativa. Coordinación Nacional de Recursos Humanos. Dirección de Relaciones Laborales. Subdirección de Protección Civil, “Protección civil”, 29/01/2013
6. Hernández R. “Metodología de la investigación”. Editorial Mc Graw-Hill 4a edición, Año 2008, México.

7. Secretaria de Salud. “Normas generales del Distrito Federal sobre Seguridad y Salud”, 2008, México.
8. Secretaria del Trabajo y Previsión Social, “Seguro social contra accidentes de trabajo y enfermedades profesionales”, 1968, México.
9. Normas Oficiales Mexicanas. “Norma oficial mexicana NOM-030-STPS, 2009, Servicios de prevención de seguridad y salud en el trabajo, funciones y actividades”. México, 2009.

Grupo Asegurador LA SEGUNDA innova propiciando, incorporar la Prevención de los Riesgos Laborales Viales en la legislación Argentina.

RESUMEN / ABSTRACT

Los accidentes de tránsito son un problema de alto impacto social, de salud, económico y laboral. La OMS estima que las lesiones por accidentes de tránsito ocuparán en el año 2020 el tercer lugar entre las 10 principales causas de muerte en todo el mundo.
Las ART en Argentina comenzaron a identificar un aumento en los accidentes laborales. Dentro de estos: Los que se producen en el trayecto del hogar del empleado a su trabajo como del trabajo a su hogar (accidente in itinere), Y los ocurridos en el tránsito durante su jornada laboral.
Dado estos acontecimientos se comienza a considerar a la Seguridad Vial Laboral como un elemento clave sobre el que actuar para conseguir la mejora de las condiciones de seguridad y salud.
Tanto la OMS como la Comisión Europea hacen un llamamiento a los gobiernos para que aúnen esfuerzos y criterios que ayuden, desde los diferentes espacios donde se encuentre la población, a mejorar su movilidad y seguridad vial; Asociaciones, entidades, centros educativos y empresas son lugares donde convive la ciudadanía y a los cuales hay que acudir para intervenir en su protección vial.
En el mundo en general y en la Argentina en particular, el trabajo en PRL, se circunscribió al interior de las Empresas, donde los esfuerzos preventivos dieron resultados muy favorables.
Con éste trabajo proponemos dotar a la Legislación Argentina de Higiene y Seguridad en el trabajo, de herramientas que permitan en un principio disminuir y luego eliminar los muertos y heridos graves en los accidentes de tránsito, o sea la PRL Viales.
Para ello, además, la alta dirigencia de las Organizaciones, deben tomar en cuenta que el “Ambiente más inseguro de la Organización es La Calle”

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Innovación en la legislación Argentina al incorporar la PRL viales.
Contribución para la mejora del entorno vial.
Trabajo conjunto del sector público-privado.

AUTORES / AUTHORS

María Noé Fonseca
La Segunda Aseguradora de Riesgos del Trabajo S.A
mfonseca@lasegunda.com.ar
Astrid Hummel
Cámara de Diputados de la Nación Argentina
astridchummel@gmail.com
Gricel Dibert
Grupo Asegurador LA SEGUNDA
María Virginia Iocco
Grupo Asegurador LA SEGUNDA
Melisa Settimini
Grupo Asegurador LA SEGUNDA
Osvaldo Rubén Aymo
Asesor Externo - Grupo Asegurador LA SEGUNDA
Pablo Cardinale
Honorable Cámara de Diputados de la Nación
Pablo Riera
Honorable Consejo Deliberante de Granadero Baigorria

INTRODUCCIÓN

Los traumatismos por accidentes de tránsito siguen siendo un problema mundial, regional y nacional de salud pública, repercutiendo negativamente además, en el desarrollo social y económico de las naciones.

Aunque en muchos países se están dando pasos para aumentar la seguridad vial, todavía queda mucho por hacer para detener o revertir la tendencia creciente en el número de víctimas mortales por causa del tránsito.

La experiencia mundial demuestra que las grandes reducciones de muertes y heridas graves se consiguen mediante un enfoque holístico de la seguridad vial, teniendo en cuenta todas las partes, sus interacciones e interdependencias.

Esto implica un enfoque claro e inequívoco hacia los resultados de la seguridad vial. Pero los Gobiernos no pueden alcanzar estas reducciones solos. Es tarea de los mismos, promulgar y hacer cumplir leyes integrales que estipulen que todos los usuarios de las vías de tránsito deben estar protegidos por medio de dispositivos de sujeción apropiados, deben respetar los límites de velocidad y de alcoholemia, ya que reducen el riesgo de accidentes de tránsito. Influir en los 5 factores de riesgos que más están involucrados en los accidentes de tránsito. La legislación debe asegurar que se eviten lagunas jurídicas que podrían eximir de su cumplimiento a determinados usuarios de las vías de tránsito. Siempre influyendo en los 5 factores de riesgos que más están involucrados en dichos accidentes.

Los esfuerzos para hacer cumplir la legislación deben ser muy visibles, difundirse bien, sostenerse y aplicarse por medio del uso de medidas y sanciones apropiadas en caso de infracción. Las organizaciones no gubernamentales y otros grupos de la sociedad civil pueden desempeñar un papel importante en el impulso del apoyo público y político a las medidas de seguridad vial basadas en resultados. (Referencia)(1)

METODOLOGÍA

La presente investigación persigue lograr los siguientes objetivos:

1. Promover la incorporación en la Ley de Riesgos del Trabajo, la prevención de riesgos laborales viales.
2. Visibilizar la problemática de los riesgos viales y su impacto en la salud de los colaboradores y en el costo de las Organizaciones.
3. Estimular en las Organizaciones la elaboración de Planes de Movilidad e incentivar a la Certificación de la ISO 39001.
4. Aportar para que se considere al tránsito como un ambiente inseguro de las organizaciones.

Fundamento:

Cada año, cerca de 1,3 millones de personas fallecen a raíz de un accidente de tránsito —más de 3000 defunciones diarias— y más de la mitad de ellas no viajaban en automóvil. Entre 20 millones y 50 millones de personas más, sufren traumatismos no mortales provocados por accidentes de tránsito, y tales traumatismos constituyen una causa importante de discapacidad en todo el mundo. El 90% de las defunciones por accidentes de tránsito tienen lugar en los países de ingresos bajos y medianos, donde se halla menos de la mitad de los vehículos matriculados en todo el mundo. Entre las tres causas principales de defunciones de personas de 5 a 44 años figuran los traumatismos causados por el tránsito. Según las previsiones, si no se adoptan medidas inmediatas y eficaces, dichos traumatismos se convertirán en la quinta causa mundial de muerte, con unos 2,4 millones de fallecimientos anuales. Ello se debe, en parte, al rápido aumento del mercado de vehículos de motor sin que haya mejoras suficientes en las estrategias sobre seguridad vial ni la planificación del uso del territorio.

Se ha estimado que las colisiones de vehículos de motor tienen una repercusión económica del 1% al 3% en el PNB respectivo de cada país, lo que asciende a un total de más de $ 500 000 millones. La reducción del número de heridos y muertos por accidentes de tránsito mitigará el sufrimiento, desencadenará el crecimiento y liberará recursos para una utilización más productiva. Además de los traumatismos causados por el tránsito, el aumento del mercado de vehículos de motor ha tenido otras repercusiones negativas en la salud humana y el medio ambiente mundial. Numerosas partes del mundo ya se están viendo afectadas por el cambio climático, y hay pruebas de que el transporte vial —que sigue dependiendo en buena medida del petróleo— representa el 14% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. Tales emisiones afectan directamente la salud humana a través de la contaminación del aire y sus efectos respiratorios. La salud también se ve afectada negativamente a través de la reducción de la actividad física como resultado de la dependencia del transporte motorizado. Las instancias decisorias están examinando en todo el mundo el modo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y su impacto en los cambios climáticos mundiales. Por tanto, las actividades que forman parte del Decenio de Acción para la Seguridad Vial, también tendrán un impacto en las medidas adoptadas para mejorar los sistemas de transporte sostenible como una de las formas de mitigar los efectos del cambio climático. Por ejemplo, la disminución del empleo de vehículos de motor fomentando el uso de formas seguras y menos contaminantes de transporte público y la movilidad activa, generaría una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y tendría beneficios comunes en la salud, y en particular en la reducción de los traumatismos causados por el tránsito.(2)

En 2010, en España, el 34,8% de los accidentes mortales de trabajo fueron accidentes de tráfico (264), lo que supone que 3 de cada diez accidentes laborales mortales son accidentes de tráfico. La prevención de los riesgos laborales está basada en el trabajador, la máquina y el entorno, similar a la prevención de los accidentes de tráfico en los que el factor humano, el vehículo y la infraestructura son los elementos sobre los que descansa este tipo de políticas. Por tanto, la mejora de la seguridad de los desplazamientos relacionados con el trabajo constituye una línea de acción estratégica tanto de la política de seguridad vial como de la política de prevención de riesgos laborales, por lo que parece razonable incorporar la cultura de la seguridad vial a las Organizaciones como una mejor práctica en la política de prevención de riesgos laborales. (3)

En la Región de las Américas, las lesiones por el tránsito son la causa de 154.089 muertes cada año, lo que representa el 12% del total de las muertes en el tránsito a nivel mundial. La tasa de mortalidad en la Región en su conjunto es de 15.9 por 100.000 habitantes, inferior a la tasa mundial de 17.4. Sin embargo, esta tasa regional enmascara las amplias variaciones que hay entre los países, que varían desde la más baja de 6.0 en Canadá a la más alta de 29.3 en la República Dominicana. Las muertes causadas en el tránsito entre los motociclistas aumentó del 15% en el 2010 al 20% en el 2013; esto refleja el aumento en el número de motocicletas en la región. (4).

En los entornos donde se han registrado progresos, en gran medida se atribuye a una mejor legislación sobre los factores de riesgo clave, a saber:

- exceso de velocidad
- beber y conducir
- uso de cinturones de seguridad y sistemas de retención para niños
- cascos de motocicleta
- infraestructura más segura como aceras y carriles especiales para ciclistas y motociclistas
- normas mejoradas para los vehículos, como las que exigen el control electrónico de estabilidad y el frenado avanzado
- cuidado mejorado después del siniestro de tránsito (atención de víctimas)

En base a los resultados obtenidos por legislar estos factores de riesgos claves y cómo han contribuido a la disminución de muertos y heridos graves, es que consideramos necesario que también se legisle la prevención de la seguridad vial laboral.

Los accidentes en los desplazamientos por motivos de trabajo son un riesgo que la gestión de Prevención de Riesgos Laborales de las organizaciones deben incorporar y/o aumentar sus acciones preventivas y formar a los trabajadores en materia de Seguridad Vial.

Un reciente informe emitido por la Unión de Aseguradoras de Riesgos de Trabajo (UART) en Argentina, respecto a la INCIDENCIA DE LOS ACCIDENTES CON VEHÍCULOS EN LOS ÍNDICES DE MORTALIDAD, muestra un incremento en los accidentes fatales con vehículos en ocasión de trabajo (accidente en misión) y los ocurridos en el trayecto entre el hogar y el lugar de trabajo y viceversa (accidente in itinere).

En el año 2008 la participación de los vehículos en los casos de fallecimiento ascendía a 41% mientras que en el 2017 esa proporción alcanzó el 51%. Es decir, en el período de análisis se produjo un crecimiento de 10 puntos porcentuales. Esto es, más de la mitad de los fallecimientos cubiertos involucran vehículos. En el 2011 los accidentes mortales con vehículos también alcanzaron el 51%, pero en este caso, la proporción de accidentes ocurridos en ocasión de trabajo era mayor (21% vs 15% en 2017). Actualmente, se registra la mayor proporción de toda la serie de accidentes in itinere que involucran vehículos, alcanzando el 36%. Ámbito en el que se producen los fallecimientos. (5)

Si además recordamos que en la década de 1990, cuando aparece la Filosofía de Visión 0 en Suecia, cambia el paradigma de la prevención de Accidentes de Tránsito, al poner de relieve que el sistema de carreteras y transportes es un todo en el que, los distintos componentes tales como las carreteras, los vehículos y los usuarios deben interactuar para garantizar la seguridad. Antes no había existido una visión integral como esta.

Visión Cero cambia la manera de ver la responsabilidad ante un accidente de tránsito, la cual es compartida por quienes configuran el sistema de carreteras y transporte, por ejemplo quienes dan mantenimiento a las carreteras, los fabricantes de vehículos, las empresas de transporte, los políticos, los funcionarios, las autoridades legislativas y la policía, siendo que anteriormente se la asignaba prácticamente en su totalidad al usuario.

La responsabilidad del ciudadano es cumplir con las normas de circulación. Además reconoce que el diseño y la innovación tecnológica de caminos y automóviles, deben adaptarse a la posibilidad de que el Factor humano comete errores y que cuando esto suceda, no lo pague con la vida o la discapacidad.

El principio filosófico de Visión 0 dice que: “El único número ético aceptable de muertos y heridos graves en el tránsito es el 0”. (6)

La norma ISO 39.001 Sistemas de Gestión de la Seguridad Vial (SGSV), es una herramienta que permite ayudar a las organizaciones a reducir, y en última instancia eliminar, los muertos y heridos graves derivados de los siniestros de tránsito. La mencionada norma fue publicada en octubre del 2012 para apoyar la Década de Acción para la Seguridad Vial de las Naciones Unidas 2011- 2020, el cual se encuentra alineado al objetivo 3 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

A través de la norma se establecen requisitos armonizados, basados en la experiencia internacional y de aplicación en todos los países, en apoyo de todas las organizaciones del sector público o privado que utilizan las vías de tránsito, ayudándoles a mejorar la seguridad vial de una manera estructurada, integral y sencilla.

Lo que se pretende con este sistema es concienciar y formar a los trabajadores en materia de seguridad vial. Al mejorar sus prácticas al volante se consigue un incremento en la seguridad de la movilidad y se minimiza el riesgo de accidentes de tránsito y por consiguiente, la cantidad de muertos y heridos graves. Para adoptar este Sistema de Gestión de Seguridad Vial se deben identificar las amenazas a las que se está expuesto para minimizar los riesgos que de ellas derivan.

La seguridad laboral vial se puede definir como “el conjunto de conocimientos, técnicas, procedimientos y estrategias inter y multidisciplinarias que abordan el análisis y la intervención sobre el conjunto de factores y condicionantes que intervienen en el desarrollo de un suceso relacionado con el tráfico que tiene, o puede tener, repercusiones en la seguridad y salud de los trabajadores. Estos factores y condicionantes pueden exponer al trabajador a sufrir un accidente laboral de tráfico”. (7)

La norma ISO 39001 beneficia a las empresas que se certifican, pero es un beneficio que se extiende a toda la sociedad al velar por el cumplimiento de las normas viales en la red de carreteras.

El Grupo Asegurador La Segunda es la 1° Aseguradora de Latinoamérica en Certificar Internacionalmente la Norma ISO 39001, lo que nos permitió contar con un marco lógico, para alinear las acciones que veníamos desarrollando en materia de Seguridad Vial.

Plan de movilidad y Seguridad Vial como acción de mejora

El plan de movilidad tiene como objetivo potenciar la seguridad vial en el entorno laboral a través de la difusión de mejores prácticas. La legislación brinda una especial oportunidad para establecer mecanismos de prevención de los accidentes de tránsito relacionados con el trabajo.

El compromiso de la Empresa para reducir la siniestralidad Laboral Vial, parte del reconocimiento del problema y la voluntad de afrontarlo. Solamente se puede administrar de manera eficaz si se encuentra integrada en la organización para la gestión de la salud y seguridad en el trabajo.

Entender a la movilidad como un escenario que pone como protagonista a toda la población, más allá del modo en que cada uno se desplace y por lo tanto su planificación debe considerar la inclusión y el compromiso de los ciudadanos en la implementación de un nuevo modelo de movilidad.

La implantación de un plan de movilidad y seguridad vial en las organizaciones y en los trabajadores, aportará los siguientes BENEFICIOS:

Económico:

- Ahorro y eficiencia energética: reducción de consumo de combustible.
- Las organizaciones que realicen un PMSV pueden reducir las cotizaciones a la Seguridad Social.

Ambiental y Responsabilidad Social Corporativa:

- Reducción de emisiones de GEI (huella de carbono y huella ecológica).
- Mejora de la imagen de las empresas y organismos. Posicionamiento sostenible y RSC
- Posibilidad de obtener la certificación ISO 39001.

Social:

- Mejora del servicio y accesibilidad a los trabajadores, incrementando la calidad de vida y reduciendo el estrés
- Conciliación de la vida laboral y social.

Prevención de riesgos viales:

- Disminución de los embotellamientos y del riesgo de accidentes.
- Disminución de bajas laborales asociadas a la accidentabilidad.
- Mejora de la Salud de los empleados al fomentar modos de desplazamientos más saludables. (8)

El éxito de un Plan de Seguridad Vial de una Empresa se basa en la participación activa de todos los implicados, dentro del ámbito de competencias que a cada uno de ellos se le asignen. Es fundamental que todos se sientan parte del Plan, desde los empresarios y ejecutivos de alta dirección, los comité de la Empresa, los colaboradores, los Sindicatos, etc, dejando de lado la sensación de imposición del mismo.

La prevención de riesgos viales laborales como facilitadora del desarrollo sostenible.

El actual Gobierno de la República Argentina, a través del Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales, como responsable de la coordinación para la implementación y el seguimiento de la Agenda 2030, para el Desarrollo Sostenible y sus OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS), impulsa la participación activa de los actores del estado, sociedad civil, sector académico y privado empresarial, alentando, en el caso del sector privado, la incorporación de los ODS en los lineamientos estratégicos de las empresas, participando en redes y cámaras empresarias, y en todos aquellos ámbitos de articulación público-privados vinculados a la Agenda 2030. (9)

RESULTADOS

De prosperar la gestión conjunta del Grupo Asegurador La Segunda y la Cámara de Diputados de la Nación, en incorporar la Prevención de los Riesgos Laborales Viales en la Legislación Argentina, se estaría contribuyendo en los siguientes ODS:

ODS	OBJETIVOS	META	COMO CONTRIBUIR AL OBJETIVO
SALUD Y BIENESTAR 	**3.** Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.	**3.6.** Para el 2020, reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo.	**Plan de movilidad** **ISO 39001**
TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO 	**8.** Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible; el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.	**8.8.** Garantizar los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios.	**ISO 39001**
CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES 	**11.** Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles	**11.2.** Proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, mediante la ampliación del transporte público, prestando atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad. **11.6.** De aquí al 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita en las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo	**Plan de movilidad** **ISO 39001**
ACCIÓN POR EL CLIMA 	**13.** Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles	**13.2.** Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales	**Plan de movilidad** **ISO 39001**
ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS 	**17.** Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible	**17.17.** Fomentar y promover la articulación entre las organizaciones de la sociedad civil, las organizaciones empresariales y los organismos públicos nacionales en la gestión de las políticas públicas	**Grupo Asegurador LA SEGUNDA y Cámara de Diputados.**

(10)

CONCLUSIONES

Como hemos visto los accidentes de tránsito siguen siendo un grave y complejo problema de Salud Pública y Social, que compromete el desarrollo del crecimiento sostenible y la economía de los países.

Además, la multicausalidad de sus orígenes, hacen que, para enfrentarlos se deba recurrir a todas las herramientas y estrategias que se tengan a la mano, como para poder revertir las estadísticas que los colocan como una importante causa de muerte y discapacidad.

Los accidentes viales laborales, representan, de acuerdo a los datos estadísticos de los que disponemos, un problema que afecta tanto a la salud e integridad de nuestros trabajadores como así también a la economía de las Organizaciones.

Dado que al contar dentro de la legislación, con la Prevención de los riesgos laborales, el trabajo intramuros que desarrollaron las empresas, en pos de prevenir los riesgos específicos de cada actividad, logró disminuir en forma significativa la muerte y los heridos graves en el seno de las Organizaciones, por lo cual nos parece oportuno, utilizar el mismo camino para evitar los accidentes viales, fomentando su prevención dentro de la legislación Argentina.

Debemos destacar que al haber podido conectar la prevención vial con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, le brindó a nuestro trabajo un anclaje de mayor sustento.

Con la concienciación, educación y capacitación en materia de prevención vial, estaremos haciendo un aporte para mejorar el entorno de las Organizaciones y su impacto directo en mejora de la cultura vial de toda la comunidad.

Por último, con la presentación de este trabajo proponemos contemplar los siguientes temas para la viabilidad del proyecto de Ley:

1-La seguridad vial como problema de desarrollo del crecimiento sostenible

2- Seguridad vial en el mundo: situación actual y principales desafíos

3- Gestión Institucional de la seguridad vial

4-El rol de los datos en la seguridad vial

5-Infraestructuras más seguras

6-Seguridad en el medio urbano- transporte sostenible.

7- Nuestra responsabilidad con los vehículos y comportamientos seguros

8-Educación y comunicación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Astrid Hummel, Pablo Cardinale y Pablo Riera por brindarnos información relevante para la confección del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Organización Mundial de la Salud. (). *Global Status Report on Road Safety 2018*. Recuperado de https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/

(2) Laura Sminkey. (). *Plan Mundial para el decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020* . . Organización Mundial de la Salud Recuperado de https://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_spanish.pdf?ua=1

(3) Dirección General de Tráfico de España- Observatorio Nacional de Seguridad Vial de España. (). Plan Tipo de seguridad Vial en la Empresa (Guía Metodológica). Recuperado de http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/politicas-viales/sectoriales/d...

(4) Organización Mundial de la Salud. (Octubre de 2015). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2015*. Recuperado de https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/es/

(5) Boletín informativo Unión de Aseguradoras de Riesgo del Trabajo.(UART) Febrero 2019. Argentina.

(6) Nollvision Vägverket. Administración Sueca de Carreteras. SE-781 87 Borlänge, Suecia

(7) Departamento de empresa y empleo Generalitat de Catalunya.. (). *La Seguridad Laboral Vial*. Recuperado de https://www.mc-mutual.com/documents/20143/94512/seguridad_vial_es/0ba9c2...

(8) ().*VI Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial*. Recuperado de http://ilievlima.org/.

(9) Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales. (). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/politicassociales/objetivos-de-desarrollo-s...

(10) Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales. (). *Los 17 Objetivos*. Recuperado de http://www.odsargentina.gob.ar/Los17objetivos

ROMPIENDO PARADIGMAS COMO EMPODERAMIENTO DE LA MUJER EN COMPETENCIAS DE ROBOTICA; CASO DE ESTUDIO ALUMNAS DE BACHILLERATO DEL CECYT 7 CUAUHTEMOC DEL IPN.

RESUMEN / ABSTRACT

Diversas áreas de la ciencia y tecnología son consideradas por las mujeres como una forma de desarrollo personal y más si se considera que en países como México todavía está marcado el machismo familiar. Donde las mujeres deberán conformares con ser amas de casa y criar hijos y cuando llegasen a trabajar profesionalmente lo hagan en actividades propias para su género porque según la tradición las ingenierías, la robótica, aeronáutica, la física y las matemáticas son solo para los hombres. Pues aquí desmentimos esta tesis, ya que por medio de un proyecto especial el IPN fomenta e invita exclusivamente a mujeres a formar un equipo que se ira enfocando al desarrollo de actividades emprendedoras para resolver un reto tecnológico que consistirá en diseñar, construir, programar y controlar un robot que simulara estar en un planeta cualquiera tomando muestras de minerales para su estudio trasladándolas a la tierra. Y en donde la mística de dicho reto no es solo ganar sino de ir llevando a las estudiantes por diferentes caminos para llegar a la competencia nacional y demostrar que como otras mujeres inspiradoras de ciencia como Hipatía de Alejandría, Marie Curie o Margaret Hamilton ponen a prueba sus diferentes capacidades que quizás desconocían a fin de lograr sus objetivos. Formando en dichas alumnas futuras mujeres emprendedoras politécnicas en cualquiera de las áreas del aprendizaje en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas denominado STEM.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

EQUIDAD
INCLUSION
PARADIGMAS

AUTORES / AUTHORS

FRANCISCO GARCÍA REYES
CECYT 7 "CUAUHTEMOC"-IPN
frank_zua70@hotmail.com
JESSICA ROJANO CHAPARRO
CECYT 7 "CUAUHTEMOC" - IPN
jessrojac@gmail.com
Rodolfo Vega García

ingrvegag@gmail.com

José Luis Rodríguez Gómez

jose1952@Live.com.mx

INTRODUCCIÓN

Las mujeres en la ciencia existen desde la antigüedad, con representantes como la egipcia Merit Ptah en el 2700 antes de Cristo; la curandera Agameda en la Grecia, previo a la Guerra de Troya; y Agnodice, la primera médica en Atenas.

Que mejor referencia que la de una mujer pionera en la incursión científica como la Griega Hipatía de Alejandría (355 o 370) una mujer filosofa, matemática, astrónoma y además estudio música y gustaba de compartir sus conocimientos. Fue de las primeras en usar el astrolabio que permitía calcular la posición y la altura de las estrellas, inventando además el hidrómetro que determina la densidad y gravedad de un líquido. Y cuya frase más representativa es:

"Comprender las cosas que nos rodean es la mejor manera de entender las cosas que hay más allá." (Hipatia)

Desafortunadamente Hipatia por la ignorancia de la época fue asesinada por un grupo de cristianos al considerarla hereje por sus conocimientos de filosofía, física y astronomía.

Casos emblemáticos y esperanzadores: Marie Curie, dos veces Premio Nobel (1903 de Física y 1911 de Química) y primera mujer en obtener ese galardón, así como su hija Irene Joliot Curie, quien en 1935 obtuvo este mismo reconocimiento por su trabajos en sintetizar la radiación.

Por ello actualmente la UNESCO promueve los trabajos desarrollados por científicas estimulando su talento y considera dentro de sus áreas prioritarias de ciencias y genero un programa para la mujer y la ciencia donde promueve a esta en el ámbito científico. Proporcionándole los medios para que continúe sus trabajos con el dinamismo y la pasión que la caracteriza.

Desde el 1998, el Premio L'Oréal-UNESCO "La Mujer y la Ciencia" ha recompensado a más de 102 científicas de 30 países, tres de la cuales recibieron el Premio Nobel. Asimismo, ha entregado más de 3,100 becas nacionales, regionales u internacionales a jóvenes de 115 países para proseguir sus trabajos de investigación. El Premio es un elemento de referencia de la excelencia científica a nivel internacional, que manifiesta la contribución de la mujer a la ciencia.



1.-Hipatia de Alejandría



2.- Premio a la mujer en la ciencia de la UNESCO.

Desde el año 2015 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) proclama el 11 de febrero como el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia (A/RES/70/212). Con la intención de promover la participación plena y equitativa para las mujeres y las niñas en la ciencia, la tecnología y lograr la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres y las niñas. Porque según la Organización de las Naciones Unidas (ONU):

"La diferencia por género en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) persiste desde hace años en el mundo. A pesar de que las mujeres están cada vez más presentes en carreras de grado superior, sin embargo, aún son insuficientes en estos campos. Ya que también existe la discriminación y el acoso por parte de los hombres

3.- ESFUERZOS DE LA ONU Y UNESCO POR LOGRAR LA PARTICIPACION DE LA MUJER EN EL AMBITO DE LA CIENCIA		
Año	Title	Tema
2019	Investment in Women and Girls in Science for Inclusive Green Growth	Inversión en mujeres y niñas en la ciencia para un crecimiento verde inclusivo
2018	Equality and Parity in Science for Peace and Development	Igualdad y paridad en la ciencia para la paz y el desarrollo
2017	Gender, Science & Sustainable Development: The Impact of Media	Género, ciencia y desarrollo sostenible: el impacto de los medios
2016	Transforming the World: Parity in Science	Transformando el mundo: la paridad en la ciencia
2015	Resolución de la ONU 22-DIC-2015 A/RES/70/212	Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia

La ciencia y la igualdad de género son vitales para los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en la Agenda del 2030 que pretende lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas. En los últimos 15 años, la comunidad internacional a realizado un gran esfuerzo inspirando y promoviendo la participación de las mujeres y las niñas en la ciencia.

Desafortunadamente, ellas siguen enfrentándose a barreras que les impiden participar plenamente en esta disciplina. De acuerdo con un estudio en 14 países, la probabilidad de que las estudiantes terminen una licenciatura, una maestría y un doctorado en materias relacionadas con la ciencia es del 18%, 8% y 2%, respectivamente, mientras que la probabilidad para los estudiantes masculinos es del 37%, 18% y 6%."

4.- EMANCIPACION Y EMPODERAMIENTO DE LA MUJER







Aunque hay signos alentadores, la verdad es que las mujeres tienen poca representación en la ciencia, ya sea en la investigación científica básica o en niveles más altos de toma de decisiones. La solución a los desafíos presentes y futuros del desarrollo sostenible depende de la movilización de todo el poder de la ciencia. La ciencia no puede seguir privándose del pleno potencial científico de más de la mitad de la población mundial. La ciencia es una clave para el conocimiento; para que las mujeres puedan acceder al conocimiento y lograr la igualdad de género, las mujeres deben tener acceso a la ciencia.

que la confianza de las mujeres en sus capacidades académicas a menudo se vio socavada en contextos de estudio hostiles, mientras que no se alentó suficientemente la perspectiva femenina sobre asuntos ambientales

el *paradigma* o patrón a seguir en las carreras de ingeniería a nivel técnico o superior es el de que los varones son los únicos o más capaces en estas áreas, sin embargo se ha demostrado poco a poco que las mujeres se pueden desarrollar también en ellas, pero debido al bulling de la sociedad o prejuicios de esta; ellas se sienten desmotivadas a estudiar este tipo de disciplinas e incluso dudan de sus capacidades, por el hecho de que los hombres prevalecen en estas áreas y en los puestos altos con poder de decisión y generalmente no confían en ellas para desarrollar sus trabajos. Ejemplos Piloto de aeronave, conductora de taxi o autobús de pasajeros e incluso chofer de tráiler.

HACE 89 AÑOS….

Hoy en día las mujeres representan el 17 % de la matrícula académica en ingeniería en el país con un crecimiento sostenido en los últimos 25 años, según datos de la Academia de Ingeniería contenidos en el estudio de la ingeniería en México y el mundo.
En 2012, en la Facultad de Ingeniería de la UNAM se titularon 948 estudiantes de los cuales 210 fueron mujeres, siendo las carreras de ingeniería en computación (29) e industrial (22) las que más ingenieras licenciaron. Actualmente, las mujeres representan un tercio de la matrícula actual de estudiantes de dicha Facultad, y una de cada tres termina la carrera en el tiempo establecido y una de cada dos lo hace con un desempeño formidable. Sin embargo, el camino de las mujeres en la ingeniería no ha sido fácil, desde que se fundó el antecedente de la Facultad de Ingeniería en 1792 y hasta 1909 no existen registros de ninguna mujer que haya cursado estudios en ingeniería. Para 1921 ya se tiene el registro de tres estudiantes. La primera mujer que se tituló como ingeniera en nuestro país lo hizo nueve años más tarde.
El 11 de febrero de 1930, Concepción Mendizábal obtuvo el título de ingeniera civil, al sustentar el examen profesional con tesis.

Tendrían que pasar casi ocho años para que se recibiera otra mujer: Laura Cuevas Bulnes lo hace como ingeniera civil el 31 de enero de 1938 y un año después María del Carmen Grimaldo y Cantero en la misma carrera. De 1930 a 1954 se reciben doce mujeres y todas lo hacen como ingenieras civiles hasta que en 1956 Enriqueta García Amaro se titula como Ingeniera Topógrafa, pese a que era estudiante de la ENI desde 1948. Dos años más tarde, el 7 de octubre de 1950, se titula Josefa Cuevas de Sansores, la primera Ingeniera Geóloga.



El 11 de febrero de 1930, Concepción Mendizábal obtuvo el título de ingeniera civil, al sustentar el examen profesional con la tesis.

Fuente: Coordinación de Comunicación, Facultad de Ingeniería, UNAM.



Josefa Cuevas Sansores, fue una excelente estudiante. Obtuvo la primera Medalla al Mérito Universitario, por Distinción Escolar, Primer Premio 1947.
Su examen profesional fue el 7 de octubre de 1950, con la aprobación unánime y mención honorífica. Su título tiene fecha del 9 de enero de 1951. Josefa Cuevas se volvió la primera geóloga mexicana.



Elena Rodríguez Falcón Ing. Mecánico es caso de éxito de una Mexicana que Hereford, Inglaterra tiene su pro Universidad, donde el 50% son HOMBRE 50% MUJERES. Y se trabaja directamente los proyectos de la Industria.

MUJERES QUE ESTUDIAN UNA CARRERA DE INGENIERIA ES DE MENOS DEL 30% Y AL NIVEL MUNDIAL SOLO EL 28 % SON INVESTIGADORES SEGUN UNESCO.

METODOLOGÍA

De manera experimental, es decir, con la práctica continua durante casi tres meses de trabajo con un grupo de 10 alumnas con la intención de empoderarlas hacia una competencia de robótica; potencializando sus capacidades como líderes politécnicas para darles una formación integral. Donde además de los conocimientos relacionados con el diseño, construcción, programación y control de un robot, se les dieron cursos de oratoria, modales de etiqueta y hasta asesoría psicosocial. Que al final de este proceso les permitirían enfrentar los diferentes retos en sus vidas.

Hasta febrero del año pasado en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) había 2 832 mujeres en posgrados dedicados a la ciencia y 303 investigadoras con una plaza en el instituto y que forman parte del sistema nacional de investigadores (SIN). Es importante resaltar que en el Politécnico se da el espacio donde las mujeres y niñas crezcan y se conviertan en talentosas especialistas y profesionistas que puedan apoyar a la sociedad. Por ello surgen programas como el de las niñas en la ciencia donde se pretende empoderar a la mujer promoviendo en ellas el interés hacia la química, física, matemáticas y ciencias de la ingeniería.

Inicia la aventura. - La invitación surge a participar con un grupo de diez alumnas con interés hacia las ciencias como la física y matemáticas, en particular en la robótica, ya que se les daría en préstamo un kit y una beca de inscripción al concurso regional de Robótica organizado por organismos de nivel mundial. Se trabaja en la organización a manera de la formación de una empresa ya que se tienen actividades definidas antes durante y después de la competencia que iniciaría solo mes y medio después.

Un poco de la historia sobre el trabajo con las alumnas que conformaron Aerogirls V-7 Las estudiantes pertenecen a la especialidad de Técnico en Aeronáutica, carrera que cumplirá 10 años de ser implementada por el instituto como una opción dentro de su bachillerato bivalente y que junto con la de Sistemas Automotrices se pensó desde un principio para dar cabida a las mujeres y que de iniciar con 4-5 alumnas en los primeros grupos ahora hay 15 en un grupo de 44 cierto que aún no se alcanza la equidad de género, pero no cabe duda que hay avance, pero sobre todo estas adolescentes que llegan a cursar este tipo de carreras de verdad les gusta el área y deciden enfrentar el reto de seguir estudiando la ingeniería en la misma disciplina o en áreas afines como se verá más adelante.

Aquí algunos ejemplos de las actividades con el grupo de alumnas rumbo a las competencias regional y Nacional:

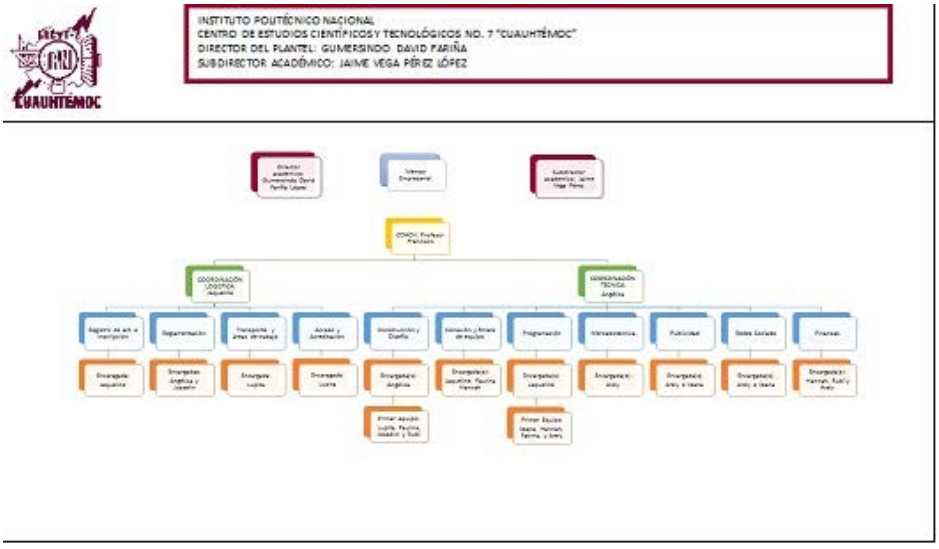


DIA DE FORMACION DEL EQUIPO



LOGOTIPO

Organigrama de trabajo para la competencia del grupo de niñas lideres politécnicas Aerogirls V7



Después se procedió a realizar la división de tareas por medio de la siguiente tabla

	TAREA POR HACER												
INTEGRANTE	REGLAMENTO	CINE Y RIFAS	BOTEO EN LA ESCUELA	HOSPEDAJE	UNIFORMES	PUBLICIDAD Y SOUVENIRS	CARPETA	COMPRA DE MATERIALES	PROGRAMACION	DISEÑO DE PROTOTIPO DE COMPETENCIA	REDES SOCIALES	MANUAL DE CONSTRUCCION	FINANZAS
ILEANA			✓		✓	✓			✓		✓		
ARELY		✓	✓			✓					✓		✓
JAQUELINE	✓		✓				✓	✓		✓			✓
RUBÍ		✓	✓		✓	✓			✓				✓
LUPITA	✓		✓	✓					✓	✓			
HANNAH			✓		✓		✓			✓		✓	
ANGELICA	✓		✓	✓				✓		✓			
FATIMA	✓		✓						✓		✓		
PAULINA			✓			✓			✓		✓	✓	
JOSSELIN		✓	✓		✓							✓	✓
COACH- FRAN	✓		✓	✓			✓			✓	✓		✓
COACH- MARY													
MENTOR-REBE								✓					
SUBDIRECTOR													
DIRECTOR V7		✓	✓			✓		✓					✓

ROVER RUCKUS

Prepared By: Qualcomm

Desafío en que participa el robot

El reto consiste basicamente en simular con un robot a un explorador espacial que llega a un planeta para recolectar minerales en un determinado tiempo, como la plata y el oro que son representados por unas esferas y cubos. Para ello compiten en la pista dos alianzas de 2 equipos cada una. Y ganara la alianza que mas minerales o puntos logre acumular.

A continuacion un esquema del campo de juego donde participan los 4 robots

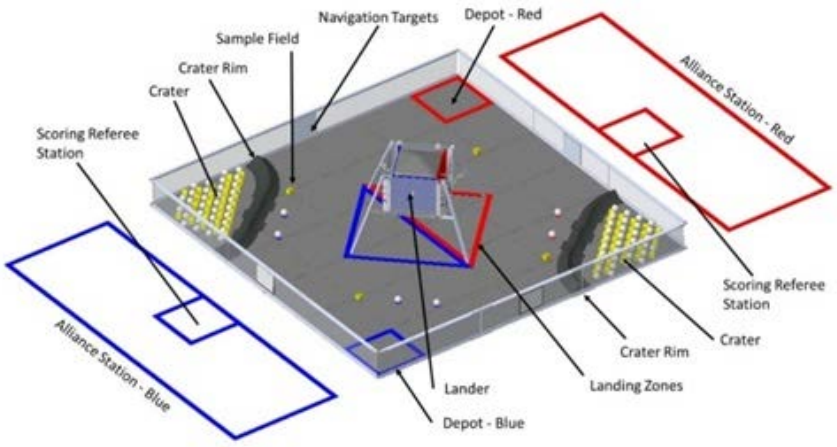


Figure 1.3-1 – Isometric view of the *Playing Field*

Asi es que para la participacion de esta competencia se entrena para el “First Tech Challenge” FTC y nace Hamilthon F-10 el robot de competencia Regional y Nacional que representó a las Aerogirls V7. Cuyo nombre es gracias a la admiracion que las alumnas sienten por …

Margaret Hamilton

Es una científica computacional, matemática e ingeniería de sistemas. En los años sesenta fungió como directora de la División de Ingeniería de *Software* del Laboratorio de Instrumentación del Massachusetts Institute of Technology (MIT), donde junto con su equipo desarrolló el *software* de navegación a bordo de la nave espacial Apolo.



Y donde la letra “F” es debido a su grupo 5IMF y el numero 10 por la cantidad de integrantes, por eso su robot se llamo hamilton F-10

Ademas de Margaret Hamilton hay otras mujeres que participaron activamente del programa espacial Apolo y demas desarrollos aeroespaciales. Debido a ello la empresa de juguetes LEGO en reconocimiento a su labor y por sus aportes a la ciencia desarrollo un set inspirador denominado “Mujeres de la NASA”. Incluye minifiguras de estas pioneras de la NASA: la astrónoma y educadora Nancy Grace Roman que cuenta con un telescopio espacial Hubble articulado con detalles de gran realismo y una imagen proyectada de una nebulosa planetaria; la astronauta, Doctora en Física y emprendedora Sally Ride; y la astronauta, médica e ingeniera Mae Jemison que trae una plataforma de lanzamiento y un transbordador espacial Challenger con un cohete de 3 etapas.



Sin embargo no todo fue “miel sobre ojuelas” la historia tambien tiene dos casos de discriminacion por parte de la nasa antes de reconocer la capacidad de las mujeres en la ciencia...

Mujeres afromericanas No reconocidas Detrás del éxito de John Glenn, el primer estadounidense que orbitó alrededor de la Tierra, y de la llegada de Neil Armstrong y sus compañeros a la Luna se esconden los cálculos de un grupo de matemáticas afroamericanas en la NASA en los años 60. El trabajo de Katherine Johnson, Dorothy Vaughan, Mary Jackson y otras ‘computadoras humanas’ sale a la luz con el libro *Figuras Ocultas* y el estreno de su película.



La historia de esperanza que incluso en la realidad más dura, como la segregación y la discriminación racial de EE UU en los años 60, a veces triunfen los méritos; la certeza de que podamos llegar hasta donde nuestro talento y esfuerzo nos lleve.

La NASA no acepta mujeres astronautas. Mercury 13 fue un programa secreto, y privado, creado para llevar al espacio a la primera mujer astronauta. Se seleccionaron a 13 mujeres pioneras en el campo de la aviación para que se sometieran a las mismas pruebas físicas y psicológicas a las que se habían sometido a los hombres y donde se quería demostrar con estos tests que las mujeres también podían soportarlos y, en definitiva, convertirse en astronautas al igual que los hombres. Las participantes no sólo pasaron las pruebas sino que, en algunos casos, superaron las marcas registradas por los hombres. Pero no fue suficiente para la NASA, que abortó el programa y no creyó que la mujer mereciera ir al espacio.

Pioneras de la aviación “Programa Mercury 13”. Este documental cuenta el drama de aquellas mujeres que, en 1961, fueron puestas a prueba para ser astronautas, pero vieron cómo sus sueños se hacían pedazos cuando sólo hombres eran elegidos para viajar al espacio. Discriminación laboral por la nasa en 1961 cerrando el programa Mercury 13. Pero aunque el Mercury 13 no envió mujeres al espacio, creó una comunidad de mujeres dispuestas a luchar contra la injusticia institucional.

Cada una de las pilotos siguió con sus vidas, ajenas a la NASA, hasta que en 1999 la astronauta Eileen Collins invitó a diez de ellas para que fueran testigos de su segundo lanzamiento, la primera misión del transbordador espacial con una comandante. Coincidiendo con el lanzamiento la NASA les hizo un pequeño, pero más que merecido homenaje.

En la escena más conmovedora de Mercury 13, las sobrevivientes miran el lanzamiento de Collins con orgullo. Funk sonríe de oreja a oreja cuando Collins despega de forma segura. Jessen no guarda ningún rencor por cómo fue tratada. "Fue magnífico haber sido parte de algo que allanó el camino para que las mujeres llegaran al espacio. No me sentí amargada o triste, sólo muy feliz y contenta", me dijo.

Para Ratley, ver cómo Collins despegaba hacia el espacio representó una especie de logro personal. "Me sentí redimida", me dijo. "Sentí que nuestros sueños no fueron fracasos".



Un buen ejemplo Nacional del empoderamiento femenil es Ali Guarneros, la ingeniera mexicana en la NASA que desarrolla proyectos para viajar a Marte



A los 7 años supo que quería ser ingeniera espacial. Pero, como madre soltera con cuatro hijos e inmigrante en Estados Unidos, la meta parecía cada vez más lejana. Guarneros no dejó de intentarlo y ahora es una de las pocas mujeres latinas que trabaja para la NASA en Silicon Valley.

La mexicana de 44 años **trabaja en el Centro de Investigación Ames de la NASA**, en la ciudad de Mountain View, en el estado de California.

Dos destacas investigadoras del Tecnológico de Monterrey, señalaron: “Todavía hay familias o padres de familia que limitan el desarrollo educativo de sus hijas, muchas veces dicen ‘si te vas a casar para qué vas a estudiar’, y creo que esto es un error”, expresan.

Estamos llenos de prejuicios no solo contra las mujeres, sino contra muchas cosas y la educación es el único camino. A través de aprendemos a respetar a los demás, a darnos cuenta de la igualdad que nos debe de unir. Poco a poco en México se han remontado las cifras en favor de las científicas, pues en 1984 el Sistema Nacional de investigadores (SNI) estaba compuesto por 1,143 hombres (81.9%) y 253 mujeres (18.1%), de acuerdo con datos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Hasta el año pasado, es decir 34 años después, en el SNI las científicas representaban el 37%, pues hay 10,683 del total de 28,630 integrantes del padrón. Explica que en el campo laboral para científicos de ambos sexos es complicada la actualidad, pero en especial para el género femenino.

Datos de la Academia Mexicana de Ciencia (AMC) a febrero de 2018 indican que en áreas de ciencias exactas, lo que incluye astronomía, física, ingeniería, matemáticas, química y geociencias, habia 1,117 hombres contra 194 mujeres

Por ello es de notable relevancia este tipo de competencias donde ademas de motivar el empoderamiento y liderazgo de la mujer tambien se abren opciones de desarrollo para ellas como la Robotica en un ambiente sano y de compañerismo. Aquí retomo unos comentario del sentir de las alumnas:

Arely Hernandez “Mi experiencia fue muy agradable ya que eramos un equipo de 10 mujeres politecnicas y buscamos romper estereotipos, ya que nuestra escuela es de puros hombres y dicen que las mujeres no pueden estar en el ambito de la ciencia y la tecnologia. Fue una desafio que sin duda repetiria otra vez.”

Rubi Teja “el participar en este tipo de competencia fue una gran oportunidad de la que siempre estare orgullosa, ya que al principio teniamos poca idea de que se trataba y en poco tiempo nos preparamos para dar nuestro maximo esfuerzo. Y en el concurso no solo importa el robot, tambien cuenta la actitud,los valores y el medio ambiente”.





Premio "Judges Award" para Aerogirls V7



Robot construido a partir de Tetrix



Al finalizar la etapa del concurso se encuesto a las integrantes para saber cuáles eran sus intereses futuros para continuar con sus estudios a nivel licenciatura y estos fueron los resultados:

OPCIONES DE CARRERA PARA LA LICENCIATURA DEL EQUIPO AEROGIRLS

ALUMNA	1ª.OPCION	2ª.OPCION	3ª.OPCION
Jacqueline	ING.BIOTECNOLOGICA	ING.AERONAUTICA	ING.ROBOTICA IND.
Angélica	ING.AERONAUTICA	ING.TRANSPORTE	ING.MECANICA
Fátima	ING.AERONAUTICA	----------	----------
Hanna	LIC. EN ACTUARIA	ING.AMBIENTAL	ING.AERONAUTICA
Guadalupe	ING.AERONAUTICA	MEDICO CIRUJANO	ASTRONOMIA
Rubí	ING.QUIMICA IND.	ING.MECATRONICA	ING.AERONAUTICA
Areli	ING.EN COMPUTACION	ADMINISTRACION EN EMPRESAS	DERECHO
Paulina	TEC. EN REPARACIONES ESTRUCTURALES DE AERONÁUTICA	----------	----------
Ileana	LIC. EN NEGOCIOS INT.	LIC.ADMINISTRACION	LIC.CONTADURIA
Jocelin	LIC. EN ODONTOLOGIA	----------	----------

Como se observa de la tabla anterior el 70% de las integrantes desean continuar estudiando una Ingeniería en Aeronáutica o una carrera técnica superior y en su segunda o tercera opción aparecen carreas como Ing. Macarrónica, Robótica industrial, o Mecánica. ¡Haciendo a un lado el mito de que a las mujeres No les gustan estas áreas! En realidad, si les llaman la atención, pero como son lideradas por hombres piensan que no serán capaces de desarrollarse como ellos. Afortunadamente ya se tienen ejemplos de mujeres piloteando aeronaves comerciales o de tipo militar que son más conocidos en la actualidad.

La motivación primordial hacia la realización de estas competencias es de la fundación Robid A.C. que es una organización sin fines de lucro que apoya a la robótica educativa, la ciencia y la tecnología en México, que junto con el Instituto para el Desarrollo en Robótica (IDR). Se encargaron de apoyar e incentivar al equipo a conseguir su meta. Partiendo del principio educativo que ellos manejan en sus cursos de capacitación y la filosofía de trabajo en competencias como FTC (First Tech Challenge), que consiste en promover y aplicar el aprendizaje STEM.

Los principales benefactores de Aerogirls V7 para las competencias fueron:



RESULTADOS

Se obtuvo una destacada participación en la eliminatoria regional al ganar el premio de los jueces reconociendo al equipo por su esfuerzo sobresaliente y con ello se consiguió el pase a nivel Nacional para tratar de aspirar a un lugar en el mundial con sede en Houston, Texas en Estados Unidos de América. La realidad es que aquí se dio una magnifica competencia a más de 24 equipos, en su mayoría de hombres y algunos mixtos. Pero el poco tiempo para entrenar, la falta de algunos materiales y sobretodo la experiencia acumulada de los otros competidores impidió concretar esa meta.

CONCLUSIONES

De los cuatro objetivos planteados al principio de la aventura con las Aerogirls V7 fueron tres que se lograron: el motivar y demostrar que un equipo conformado exclusivamente por mujeres podía participar en contra de otros similares conformados de manera mixta o por puros hombres y que se podía ser tan capaces como ellos.

El otro fue desmitificar y romper paradigmas de que un equipo totalmente formado por mujeres no era capaz de diseñar, construir, programar y controlar un mecanismo e incursionar en la Robótica.



Apoyar a las mujeres y niñas a lograr sus metas y así desarrollarse intelectual y profesionalmente como los varones; sin ninguna discriminación y mostrar en el campo su potencial laboral.

Además, algo que pude observar al interactuar con este magnífico grupo de alumnas es que No es que no puedan trabajar y entregar buenos resultados en disciplinas donde los varones predominan. La verdad es que muchas veces no se les da espacio para participar y cuando lo tienen, tendrán que esforzarse el doble para darles el reconocimiento que merecen. Ya que en ocasiones están expuestas a burlas, discriminación y descredito por el simple hecho de aventurarse a participar en áreas anteriormente dominadas por el género masculino…!

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada quisiera expresar mi gratitud al comité responsable de ORP-2019, por su esfuerzo y dedicación, ya que todos los años difunden tan importante evento a nivel mundial. Procurando la salud laboral del activo más importante de toda industria “el ser humano”. Aumentando con sus acciones el bienestar y desarrollo de las empresas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ana Ma. Sánchez, *La ciencia y el sexo*, colección “Divulgación para Divulgadores”, DGDC-UNAM, 2004

https://www.aecomunicacioncientifica.org/mercury-13-el-documental-sobre-las-primeras-mujeres-norteamericanas-que-intentaron-ser-astronautas/

https://www.agenciasinc.es/Reportajes/Las-mujeres-afroamericanas-que-ayudaron-a-ganar-la-carrera-espacial

https://www.animalpolitico.com/2017/10/mexicana-nasa-ali-guarneros-ingeniera-marte/

https://www.clarin.com/sociedad/premio-nobel-ciencias-duras-solo-ganadores-mujeres_0__gk2C8z7S.html

https://www.eluniversal.com.mx/colaboracion/orgullomexicano/la-ingeniera-mexicana-que-dirige-una-universidad-en-inglaterra

https://hipertextual.com/2018/04/mercury-13-documental

Julia Tagüeña y Ana Ma. Sánchez, “La mujer y la ciencia”, *El Faro*, año III, núm. 36, 2004

https://www.infobae.com/america/vice/2018/05/03/como-impidio-la-nasa-que-13-mujeres-fueran-las-primeras-mujeres-en-el-espacio/

http://noticierodelaai.ai.org.mx/?p=853

https://shop.lego.com/es-ES/product/Mujeres-de-la-NASA-21312

https://www.significados.com/paradigma/

https://tecreview.tec.mx/desafio-mujer-en-mundo-la-ciencia/

https://tecreview.tec.mx/lego-inmortaliza-a-las-mujeres-que-hicieron-historia-en-la-nasa/

http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/priority-areas/gender-and-science/for-women-in-science-programme/

http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/resources/periodical/

https://www.youtube.com/watch?v=gmwQliql0zs

RELIABILITY AND PRACTICABILITY OF MAURO & MAURO MODEL IN THE APPLICABILITY OF THE BRAZILIAN REGULATORY STANDARD 32 (RS 32) IN NURSING

RESUMEN / ABSTRACT

The objective is to evaluate the psychometric properties of a data collection instrument about the applicability of the RS #32 in accordance with the standard, based on the adequacy of the results of its application as a pilot test. Methodological study, involving investigations of methods of obtaining, organizing and analyzing data through the instrument evaluation and research techniques. The psychometric properties reliability and practicability were evaluated after approval by the Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)' Research Ethics Committee (REC), according to statement number 2,031,013. It counted with 137 nursing professionals participating. The reliability was estimated through internal consistency and test-retest stability, with satisfactory results of internal consistency (Cronbach alpha= 0.928) and test-retest stability (Intraclass Correlations Coefficient = 0.70) for the instrument as a whole. The practicality indicated that the instrument was considered important in relation to its content, although exhaustive due to its large extension. The instrument was considered reliable for use in health services, however, it is recommended to further study of the psychometric properties of validity verification. It is expected that future uses of the reliable instrument will contribute satisfactorily to health managers to identify health-damaging events'trends and possibilities, in order to maintain favorable work environments, as well as to the accident levels' reduction and consequent reduction of absenteeism rates and working conditions improvement.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Psychometrics
Occupational risks
Occupational health

AUTORES / AUTHORS

Maria Yvone Chaves Mauro
FENF/UERJ - Faculdade de Enfermagem UERJ
mycmauro@uol.com.br
CARLA CHRISTINA CHAVES MAURO
M12 ERGONOMIA
carla_mauro@msn.com
Nathalia Pey Tournillon SPER
FENF/UERJ
nathy.sper@globo.com
Leonardo Regace Mauro
Valencia College Fl,EUA
leonardo.mauro@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Regulatory Standard 32 appeared in an imperitive context of health workers about legislation that regulate practices in these services, based on the axes of the worker's capacitation, programs that deal with risks, and measueres to protect against risks. However, its implementation still faces challenges, especially among nursing workers. The objective is to identify the applicability of the RS 32 from organizational aspects recognized by the nursing professional of the hospital environment.

METODOLOGÍA

The Method is a descriptive, cross-sectional study with a quantitative approach, developed in a large hospital linked to the Sistema Unico de Saude (SUS), located in the northern part of the Rio de Janeiro city, that belongs to the federal public hospital network. It counted with 137 nursing professionals participating, who answered a questionnaire with 86 questions and 10 domains of knowedge, following the RS 32 proposal. The data were tabulated and analyzed through simple descriptive statistics, presenting absolute and relative frequencies.

RESULTADOS

The results is was observed that the majority of participants were: female (89,1%), between 11 and 20 (45,3%) years of study, with one employment (52,5%) and with federal statutory contract (65,0%). About the weekly workload, it was noted that the majority work between 30 and 39 hours, both in the hospital (70,8%) and in another workplace (19,0%), predominanting the day shift (67,9%). Regarding work-related issues, 88,3% of the workers affirmed that there is no Occupational Health Program at the instituicion and only 21,2% asserted that it is done a risks assessment that arises from working conditions. A large part affims that it is no control of work accidents and diseases (59,1%), but 19% report that the Work Accidents Communication (Wac) is done, 2,2% affirm that medical evaluation and therapeutic procedures are performed, and 75,9% ensure that both options are done together.

CONCLUSIONES

Is was observed that a significant number of the participants are not awere of programs and actions aimed to the prevention of work-related diseases and accidents, and to their health promotion, demonstrating a great lack of the institution regarding the well-being of is workers and the feasibility of RS32.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Santos MR, Ribeiro RP, Martins MB, Nascimento LA, Martins JT, Bobroff MCC. Avaliação da implantação da Norma Regulamentadora 32 em um hospital universitário. Cogitare Enferm 2012; 17(3):524-30. doi: http://dx.doi.org/10.5380/ce.v17i3.25754.

2. Cabeças JM. Taxonomy to characterize occupational hazards (risk factors) at the workplace level. Work 2015; 51(4):703–13. Doi: 10.3233/WOR-152023.

3. Santos Junior AG, Santos FR, Furlan MCR, Araújo JC, Arantes MB, Barbosa TS. Norma regulamentadora 32 no Brasil: revisão integrativa da literatura. R. Enferm. Cent. O. Min. 2015; 5(1):1528-34. doi: http://dx.doi.org/10.19175/recom.v0i0.1050.

4. Cunha AC, Mauro MYC. Educação Continuada e a Norma Regulamentadora 32: utopia ou realidade na enfermagem? Rev. bras. saúde ocup. 2010; 35(122):305-13. Doi: http://dx.doi.org/10.1590/S0303-76572010000200013.

5. Cunha AC. Aplicabilidade da Norma Regulamentadora-32: visão dos trabalhadores de enfermagem em um hospital público do RJ. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Enfermagem da UERJ, 2009; 156f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Faculdade de Enfermagem, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

6. Sper NPT, Mauro MYC, Gomes ICM. Dispositivos de segurança em instrumentos perfurocortantes versus acidentes com exposição a material biológico. Rev enferm UERJ 2015; 23(6):845-51. Doi: http://dx.doi.org/10.12957/reuerj.2015.18027

7. Marziale MHP, Galon T, Cassiolato FL, Girao FB. Implantação da Norma Regulamentadora 32 e o controle dos acidentes de trabalho. Acta Paul Enferm 2012; 25(6): 859-66. Doi: http://dx.doi.org/10.1590/S0103-21002012000600006.

8. Ferreira AP, Grams MT, Erthal RMC, Girianelli VR, Oliveira MHB. Revisão da literatura sobre os riscos do ambiente de trabalho quanto às condições laborais e o impacto na saúde do trabalhador Rev Bras Med Trab 2018; 16(3):360-70. Doi: 10.5327/Z1679443520180267.

9. Felli VEA. Condições de trabalho de enfermagem e adoecimento: motivos para a redução da jornada de trabalho para 30 horas. Enfermagem em Foco 2012; 3(4): 178-81.

10. ZagoNovaretti MC, Vasconcelos Santos E, Quitério LM, MahfuzDaud-Gallotti R. Sobrecarga de trabalho da Enfermagem e incidentes e eventos adversos em pacientes internados em UTI. Rev. Bras. Enferm 2014; 67(5):692-9. Doi: http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167.2014670504.

11. Gomes HF, Gonçalves FGA, Pires AS, Jomar RT, Peres EM, Gallasch CH. Reflection of nursing labor precarization in brazil for nursing workforce health status: an integrative review. Enfermagem atual 2016; 77:67-74.

12. Lima GMN, Kawanami GH, Romeiro FG. Perfil das exposições ocupacionais a material biológico entre profissionais de saúde do Hospital de Base de Bauru: medidas preventivas e pós-exposição. Rev Bras Med Trab 2017; 15(3):194-9. Doi: 10.5327/Z1679443520170001

13. Clock D, Batiz EC. Diagnóstico da implantação e implementação da norma regulamentadora 32 nos estabelecimentos de saúde: um estudo de caso em um hospital público de Joinville, SC – Brasil. Ação ergonômica 2017; 11(1):95-117.

14. Cochran WG. Sampling techniques. 3. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1967.

15. Sper NPT. Confiabilidade e praticabilidade do Modelo de Mauro & Mauro na aplicabilidade da Norma Regulamentadora NR 32 em enfermagem. Dissertação (Mestrado). Universidade do Estado do Rio de Janeiro: 2017; 81p.

16. Ytriola MF. Introdução à Estatística. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

17. Barreto IS, Krempel MC, Humerez DC. O Cofen e a Enfermagem na América Latina. Enfermagem em Foco. 2011; 2(4): 251-254.

18. Montanholi LL, Tavares DMS, Oliveira GR. Estresse: fatores de risco no trabalho do enfermerio hospitalar. Revista Brasileira de Enfermagem 2006; 59(5):661-5. Doi: https://dx.doi.org/10.1590/S0034-71672006000500013.

19. Almeida AO, Araújo IEM, Dalri MCB, Araujo S. Conhecimento teórico dos enfermeiros sobre parada e ressuscitação cardiopulmonar, em unidades não hospitalares de atendimento à urgência e emergência. São Paulo. Rev. Lat. Amer. Enf. 2011; 19(2):[08 telas].

20. Bertoglio VM, Azzolin K, Souza EN, Rabelo ER. Tempo decorrido do treinamento em parada cardiorrespiratória e o impacto no conhecimento teórico de enfermeiros. Rev Gaúcha Enferm 2008; 29(3): 454-60.

21. Silva JLL, Melo ECP. Estresse e implicações para o trabalho de enfermagem. Inf Promoção Saúde [Internet]. 2006; 2(2):16-8. Disponível em: http://www.uff.br/promocaodasaude/estr.trab.pdf

22. Oliveira BRG, Murofuse NT. Acidentes de trabalho e doença ocupacional: estudo sobre o conhecimento do trabalhador hospitalar dos riscos à saúde de seu trabalho. Revista Latino-Americana de Enfermagem 2001; 9(1):109-15. Doi: https://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692001000100016

Propiedades del CarMen-Q como herramienta de evaluación de la carga mental de trabajo

RESUMEN / ABSTRACT

Se presentan las características psicométricas del cuestionario CarMen-Q como herramienta válida y fiable de evaluación de la carga mental de trabajo. Además se aportan evidencias de su aplicabilidad en el contexto laboral y se ofrecen valores de estandarización y baremación necesarios para la interpretación de las puntuaciones obtenidas y la determinación de los niveles de exposición al factor de riesgo de carga mental en distintos sectores profesionales.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Presentación de un instrumento de evaluación valido y fiable
Se proporcionarán valores para la interpretación de los niveles de exposición
Los datos proceden de muestras muy amplias

AUTORES / AUTHORS

Maria Dolores Vallelano Pérez
Universidad Complutense de Madrid
lolavall@ucm.es
Susana Rubio Valdehita
Universidad Complutense de Madrid
M. Inmaculada López
Universidad Complutense de Madrid
Eva M. Díaz Ramiro
Universidad Complutense de Madrid
Angelina Mariana Marín
Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Psicología.

INTRODUCCIÓN

Ver poster adjunto

METODOLOGÍA

Ver poster adjunto

RESULTADOS

Ver poster adjunto

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Ver poster adjunto

CONCLUSIONES

Ver poster adjunto

AGRADECIMIENTOS

Ver poster adjunto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ver poster adjunto

AVANCES EXPERIMENTALES EN NEUROEDUCACIÓN

RESUMEN / ABSTRACT

Los avances tecnológicos de finales del siglo pasado permitieron el auge de lo que hoy denominamos las neurociencias, al brindar la posibilidad de monitorizar la actividad cerebral a tiempo real y de un modo no invasivo. Dentro de esta disciplina encontramos la rama que trata de aplicar al campo docente los propios avances, acuñada a día de hoy como neuroeducación.

La información generada por dicha monitorización no deja de estar sujeta a interpretación, dada la complejidad del cerebro, pero ha brindado conjeturas que, muy bien fundamentadas, se plantean ya como evidencias. Una de ellas es el papel que juegan las emociones en los procesos de aprendizaje. Planteado de manera muy sucinta, las neurociencias sostienen que un aprendizaje es más efectivo si está impregnado de algún tipo de carga emocional.

Basado en esta idea se diseñó un programa de aprendizaje del nombre de las notas musicales en el pentagrama, que se fundamentaba en generar un vínculo emocional del discente hacia la materia a aprender, en este caso hacia las notas musicales. El programa se puso en práctica mediante un estudio cuasiexperimental que, además de comparar el aprendizaje de los grupos de control y experimental, trataba de hacer visible y de medir dicha relación emocional.

Las conclusiones del estudio exponían que el vínculo afectivo se había generado y planteaban que éste había contribuido al mejor resultado de aprendizaje del grupo experimental respecto al de control, tal y como reflejaban los datos extraídos de la muestra. De este modo, se presenta aquí un recurso que abre aún más el campo de la investigación pedagógica en la búsqueda de una enseñanza más efectiva.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

Neuroeducación
Estudio cuasi experimental
Formación; nuevas tendencias.

AUTORES / AUTHORS

Jordi Lligadas Rodríguez
CIMNE
jordilligadas@gmail.com

INTRODUCCIÓN

A partir de los años 70 del siglo pasado, los avances tecnológicos nos brindaron herramientas que nos permitían monitorizar la actividad de un cerebro vivo de manera poco o nada invasiva. De este modo, a través de técnicas de imagen por resonancia magnética (IRM) o de la tomografía por emisión de positrones (PET), nacía y se desarrollaba la imagenología cerebral que propició el auge de lo que hoy denominamos *Neurociencia*. Un área de conocimiento multidisciplinar que engloba, más allá de aquellas que estudian el sistema nervioso, como la neurología o la biología, aquellas disciplinas que se centran en el estudio del cerebro desde distintas perspectivas, ya sean psicológicas, sociales, etc. La neuroeducación o neurodidáctica sería la ciencia que trata de aplicar al ámbito docente las aportaciones de la neurociencia, sobre todo, aquellas que tienen que ver con los procesos de aprendizaje.

La información generada por dicha monitorización no deja de estar sujeta a interpretación, dada la complejidad del cerebro, pero ha brindado conjeturas que, muy bien fundamentadas, se plantean ya como evidencias. Una de ellas es el papel que juegan las emociones en los procesos de aprendizaje. Planteado de manera muy sucinta, las neurociencias sostienen que un aprendizaje es más efectivo si está impregnado de algún tipo de carga emocional.

Basado en esta idea se diseñó un programa de aprendizaje del nombre de las notas musicales en el pentagrama, que se fundamentaba en generar un vínculo emocional del discente hacia la materia a aprender, en este caso hacia las notas musicales. El programa se puso en práctica mediante un estudio cuasi-experimental que, además de comparar el aprendizaje de los grupos de control y experimental, trataba de hacer visible y registrar dicha relación emocional.

Los límites de la neurociencia

Los propios neurocientíficos son muy cautos a la hora de dar a conocer sus avances. Su trabajo trata, entre otras cosas, de acercarnos a la explicación del comportamiento humano a partir del análisis de la actividad cerebral y sus aportaciones se basan en correlaciones sustentadas en evidencias que, aunque bien fundamentadas, son proporcionadas por herramientas cuya información todavía es parcial o poco precisa. A pesar del gran avance que ha habido en los últimos años respecto al perfilamiento del mapa cerebral, las palabras de Rita Carter tienen vigencia todavía cuando decía que *la visión del cerebro que tenemos hoy no es ni más completa ni más exacta que un mapamundi del siglo XVI* (Carter, 1998). El objeto de estudio de las neurociencias es de tal complejidad que, probablemente, se trata de una de las mayores empresas a las que se enfrenta la ciencia a día de hoy. Para saber en qué situación nos encontramos actualmente, Rafael Yuste, Catedrático de Ciencias Biológicas y Neurociencia, investigador desde 2005 de la Universidad de Columbia e ideólogo del proyecto BRAIN (cuyo objetivo final es elaborar el mapa completo del cerebro humano), nos da un ejemplo muy gráfico al respecto cuando nos explica que, de momento, es como si estuviéramos intentando ver una película observando unos pocos *píxeles* de la pantalla donde se proyecta[1].

Todo ello nos lleva a concluir que muchas de las actuales aportaciones de la neurociencia deberán ser revisadas, reajustadas, completadas o incluso desechadas, conforme se avance en la capacidad de observación y comprensión del cerebro, pero dado el peso de las evidencias sobre las que se sustentan, nos hacen otorgarles, a día de hoy, plena validez.

Emociones y aprendizaje

En la década de los 80 del siglo pasado se empezó a fraguar una nueva perspectiva respecto al peso de las emociones sobre nuestro comportamiento. Es entonces cuando se realizaron las investigaciones que llevaron a LeDoux (1999) a demostrar que existen vías directas de transmisión de información sensorial entre el tálamo y la amígdala, aportando evidencias de que se da un procesamiento emocional previo a la razón. También Damasio (1994) estudiaba entonces los fenómenos que le llevarían a poner a la misma altura emociones y razonamiento respecto a los procesos mentales. Sus aportaciones abrieron un campo de investigación cuyas conclusiones proponen la revisión de la dicha *el ser humano es un ser racional*, pues, si bien es cierto, dicha racionalidad está impregnada de emocionalidad. En otras palabras, ante todo somos seres emocionales pues la emoción influye también sobre la razón y sobre todos los procesos cognitivos.

Por esa época, Hamilton (1981) ya intuía que aquello que se almacena en la memoria no tiene que ver *sólo con la información recogida por los cinco sentidos, parece que entran en juego las propias emociones y la intención*, de manera que los recuerdos quedan impregnados de las emociones que los acompañaban en el momento de crearlos. A día de hoy, son numerosos los estudios que confirman dicha intuición. Florin Dolcos demostró en 2002 que las imágenes con carga emocional se retienen mejor que aquellas con carga neutral y, dos años más tarde, que los estímulos emocionales y neurológicos activan la amígdala y el lóbulo medio temporal (Dolcos 2004), los cuales, al mismo tiempo, juegan un papel fundamental en la memoria, evidenciando la estrecha relación entre ésta y las emociones. Goleman (1996) ya había propuesto incluso que, en su evolución, el sistema límbico, que es la parte del cerebro donde se identifica la gestión de las emociones, refinó el aprendizaje y la memoria dando pie, mediante la experiencia y la enculturación a obtener conductas adaptativas. En este sentido, Maturana (1991) iba más allá y situó las emociones como el motor de cualquier acción humana, concluyendo ambos autores que en los procesos educativos fluye un factor racional y otro emocional. Trabajos subsiguientes a los de Dolcos han ido confirmando el peso de las emociones en los procesos de aprendizaje y hoy podemos constatar que *los acontecimientos emocionales reciben un tratamiento preferente en el cerebro* que *es sobre estimulado cuando se presentan emociones fuertes.* En tal caso, el proceso es el siguiente: *la amígdala libera dopamina al sistema* (…)*esta hormona es de gran ayuda para la memoria y el procesamiento de la información* (…)*esa información va a ser procesada con mayor energía* (…)*también se pone en marcha un mecanismo que libera hormonas al torrente sanguíneo* que *activan la amígdala y diversos sistemas de activación general del cerebro, lo que facilita el trabajo de los sistemas perceptivos de la corteza cerebral y la formación de memorias en curso* (Ibarrola, 2013).

El informe presentado en 2010 por la OCDE concluía que las *emociones son las principales guardianas del aprendizaje. La emoción y la cognición operan consistentemente en el cerebro para guiar el aprendizaje* (OCDE, 2010). Las neurociencias, en definitiva, están confirmando los postulados que defendían los pedagogos de principios del siglo XX, Montessori, Decroly, etc. y otros que les precedieron como Rousseau, Pestalozzi, Comenius, Erasmo de Rotterdam o el propio Platón, que entendían que el aprendizaje era mucho más efectivo guiado desde el apoyo emocional y no desde la imposición, desde la sorpresa y la diversión, mejor que desde la rutina y la desidia. En palabras de Ibarrola (2013): *El aprendizaje es un proceso emocional*.

Emociones y educación

La educación prima todavía los procesos cognitivos y los resultados, por encima de los procesos emocionales. Arrastra una larga tradición donde estos últimos eran ignorados y es por eso que los cambios que, en este sentido, promueve la neurodidáctica se van introduciendo de manera muy paulatina. No en vano, implican profundas modificaciones del sistema educativo que pasan por un nuevo paradigma de la evaluación, de la formación de los profesores, así como de los propios formadores de profesores, y, en definitiva una nueva perspectiva social respecto a los objetivos de esta disciplina.

Los avances en este campo se introducen, de momento, en la aplicación de la emocionalidad en los procesos de aprendizaje y en la búsqueda de la motivación, centrándose en el estado emocional del profesor y del alumno a través de tres vías: las competencias emocionales, o lo que se viene a llamar la educación emocional; el *clima* emocional del aula y las distintas relaciones entre el triángulo emocional creado por docente-materia-discente, al que hay que añadir una cuarta arista que tiene que ver con la relación entre el alumno y el resto de alumnos e, incluso, con la misma sociedad.

El aprendizaje del nombre de las notas musicales en el pentagrama

Este aprendizaje nos ubica en la etapa inicial de la adquisición del código gráfico con el que en occidente se representa el fenómeno musical. En líneas generales, el funcionamiento de este código se rige por la ubicación de una serie de símbolos en un plano regido por dos ejes, uno temporal y otro de altura, que clasifica los sonidos en siete categorías: Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, y Si. Una terminología totalmente arbitraria creada en el siglo XI por el monje benedictino italiano del siglo XI Guido d'Arezzo, que ha llegado a nuestros días casi inalterada.

Tradicionalmente, la estrategia seguida para la transmisión de este conocimiento persigue la creación de automatismos a partir del aprendizaje por repetición, si bien algunos autores como Rusinek (2006) defienden la significatividad de este proceso a partir de la relación no arbitraria que genera el discente *entre la información y los eventos experimentados mediante la audición, la ejecución o la creación musical*, en este caso, entre el nombre de cada nota y su sonido asociado. Dos objetos indisociables, según la línea seguida actualmente por la didáctica musical, que entiende que ambos conocimientos deben transmitirse a la vez pues se sostiene que *carecería de sentido enseñar a nombrar, a leer y a escribir signos vinculados a sonidos o ritmos que el alumno es incapaz de reconocer o de reproducir* (Hemzy 1964).

Algunos autores se han desvinculado de esta línea de trabajo y así podemos encontrar la propuesta de Martenot (1983), quien sostiene que *a menudo es interesante trabajar por separado los automatismos de la lectura oral y el ajuste de la entonación, este último es para voces inexpertas inconciliable con la rapidez del ritmo*. Así lo expresava en un compendio de ejercicios de lectura musical que elaboró dando forma al cuaderno *La course aux notes: Clé de sol, clé de fa* donde daba la pauta de que su lectura debía ser *hablada y no cantada*.

Nuestra propuesta didáctica: *Las ninotas*

Las estrategias didácticas, de las cuales hemos tenido constancia, que tratan de aprovechar de manera consciente el refuerzo emocional para un aprendizaje más efectivo inciden en el papel emocional de los individuos: Las competencias emocionales tanto del alumno como del profesor, las relaciones que se establecen entre los individuos implicados en el proceso de aprendizaje, etc. dejando de lado el potencial papel emocional que puede jugar la materia a aprender. Éste, como mucho, queda supeditado a la pasión por el tema que puede mostrar el profesor al impartir su clase.

Immordino-Yang (2010) propone fomentar la conexión emocional con el propio objeto de estudio como estrategia para mejorar el aprendizaje y es aquí donde trata de incidir nuestra propuesta, que se centra en conseguir dotar de emocionalidad dicho objeto de estudio, convertirlo, en definitiva, en un agente emocional. Para lograrlo se combinaron dos estrategias. Por una parte la de la caracterización, es decir, dotar al objeto de personalidad, y, por otra, la de la tradición narrativa, el uso del cuento, la ancestral herramienta de transmisión de conocimiento, pues, como afirma Biesele (1993) *ante la ausencia de documentos escritos, las características de la memoria oral proporcionan la estructura básica de las formas expresivas. Unas áridas normas de conducta o unas listas de información organizada jerárquicamente no se retienen con tanta facilidad como los relatos dramáticos sobre acciones y acontecimientos* (...) *las interacciones dramáticas implican al oyente en el plano emocional, a la vez que le proporcionan un recurso mnemotécnico –la secuencia de acontecimientos dramáticos- para recordar el contenido (...) la implicación emocional refuerza la retención*.

Nuestro objetivo didáctico consistía en enseñar a ubicar ocho notas musicales en el pentagrama, desde el Do3 hasta el Do4. Los discentes deberían aprender, además de dicha ubicación, los nombres de las ocho notas implicadas (Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si, Do). De este modo, cada una de estas notas fue caracterizada dotándola de una imagen característica y de un nombre cuyas letras iniciales coincidían con en el nombre de la propia nota. Así, pasaríamos a hablar de DOmingo, REbarbas, MIquele, FAbio bigotes, SOLemío, LAra LA xinita, SIñore y DÓroti. Por otra parte, para cada uno de estos personajes se elaboró una breve historia, a modo de cuento, que explicaba su ubicación en el pentagrama. Con todo ello se buscaba generar un vínculo emocional/afectivo del discente hacia dichos personajes y, por correlación, hacia las notas musicales, que, siguiendo los preceptos de las neurociencias, debería facilitar el aprendizaje propuesto.

Las *ninotas* son un recurso ideado por Rober Flores, director de la escuela de música *Espai musical Tempo* de L'Ateneu Torrellenc de Torrelles de Llobregat, desarrollado en colaboración con el equipo de profesores de la misma escuela y la ilustradora gráfica Cristina Plaza. Se gestó en el verano del 2011 i comenzó a implementarse mediante una metodología investigación-acción en el curso 2011-12.

[1] En varias entrevistas, véase: https://www.youtube.com/watch?v=frVZXmaDNmI&t=997s, https://www.youtube.com/watch?v=AnjenMlDQ5k&t=370s

METODOLOGÍA

Este estudio se realizó como Trabajo de Final de Master en la Universitat Autònoma de Barcelona a lo largo del curso 2016-17. Se aplicó a una muestra de 36 alumnos de entre 5 y 6 años, integrantes del primer curso de la escuela Barrufet del barrio de Sants de Barcelona, donde se llevó a cabo el trabajo de campo.

El objetivo era ampliar el abanico de estrategias docentes en el ámbito musical a partir de las aportaciones de la neurodidáctica. Para ello se sometió a estudio el recurso de las *ninotas* partiendo de la siguiente hipótesis: *Las ninotas facilitan el aprendizaje del nombre de las notas musicales en el pentagrama y contribuyen a crear un vínculo afectivo de los discentes hacia estas.* Con tal de comprobar su validez se elaboró un diseño de investigación cuasi-experimental distribuido en seis fases.

· Fase 1. Estudio previo mediante entrevista individual: Evaluación de los conocimientos de la muestra respecto al nombre de las notas en el pentagrama, comprobación y registro de la existencia de algún tipo de vínculo afectivo de sus miembros hacia las notas musicales.

· Fase 2. Conformación de los grupos de control y experimental.

· Fase 3. Impartición de las sesiones didácticas: Exposición de la muestra a la variable independiente.

· Fase 4. Estudio posterior mediante entrevista individual, con los mismos objetivos que el estudio previo.

· Fase 5. Análisis de los datos

· Fase 6. Conclusiones

El conocimiento a transmitir en las sesiones didácticas que se impartieron en la fase 3 constaba de diez ítems: Las ocho notas musicales, el pentagrama y la clave de sol, Este conocimiento se distribuyó en cuatro sesiones semanales para cada grupo, de modo que en la sesión 1 se presentó el pentagrama, la clave de sol y las notas Sol, Mi y Si; en la sesión 2 se presentó la nota Do3, en la sesión 3 se presentaron las notas Re y Do4; por último, en la sesión 4 se presentaron las notas Fa y La. El diseño de las cuatro sesiones fue el mismo para ambos grupos, con la variable de las ninotas aplicada únicamente al grupo experimental. De este modo, mientras a éste se le presentaron personajes con sombrero, bigote, niñas con trenzas y se le narró la historia de DOmingo, REbarbas i compañía, al grupo de control se le presentaron los nombres escritos en la nota y se le narró la historia del Do, el Re, etc.

La naturaleza de nuestra hipótesis inicial nos llevó a elaborar dos investigaciones dentro de un mismo estudio. La investigación 1 analizaba si, efectivamente, las ninotas facilitaban el aprendizaje del nombre de las notas en el pentagrama. Por su parte, la investigación 2 trataba de hacer visible y registrar, si lo hubiera, el vínculo emocional de los discentes hacia las notas musicales.

RESULTADOS

- Investigación 1: En esta parte del estudio evaluamos si las ninotas facilitaron el aprendizaje propuesto al grupo experimental, para ello, contrapusimos sus resultados con los del grupo de control. Los datos recogidos mostraron un mejor aprendizaje por parte del primero que al término del estudio albergaba un 64,16% del conocimiento transmitido en detrimento del grupo de control con un 51,25%, resultando un diferencial de 12,91 puntos. Respecto al análisis de la cantidad de conocimiento adquirido, dado que el grupo experimental poseía ya un 0,83%, su aprendizaje puede medirse con el porcentaje 63,33% (64,16%-0,83%), el aprendizaje del grupo de control se mediría por el porcentaje 46,88% (51,25%-4,37%), dado que inició el estudio con un 4,37% del conocimiento ya adquirido. El diferencial de aprendizaje entre ambos grupos fue de 16,45 puntos a favor del grupo experimental.

En este análisis de los datos quisimos introducir una variable que no habíamos tenido en cuenta en el diseño inicial de la investigación y que reconocimos en la aplicación del estudio posterior en el grupo experimental. Creemos que la información que aporta esta variable, a la que nos referimos como *variable N*, es suficientemente significativa para tenerla en cuenta. Como decíamos, descubrimos esta variable a lo largo de la aplicación del estudio posterior, al observar que, cuando preguntábamos al grupo experimental sobre la ubicación de las notas musicales, en ocasiones, eran capaces de describir la ninota que la representaba, pero no recordaban su nombre, de modo que no podían hacer la correlación hacia el nombre de la nota musical. Esta circunstancia se dio en un 16,64% de los casos posibles. La lectura que hacemos de este hecho es que los individuos sabían a qué nota nos estábamos refiriendo cuando les preguntábamos sobre su ubicación, al reconocer la ninota que la representaba aún sin recordar su nombre. Si entendiéramos esta circunstancia como reconocimiento de la nota, los resultados variarían de forma considerable ya que el grupo experimental alcanzaría un 80,80% del conocimiento potencial a adquirir, con un 29,55% de diferencial respecto al grupo de control y, con un 79,97% de aprendizaje, la diferencia con el grupo de control pasaría a ser de 33,09 puntos.

- Investigación 2: En esta parte de nuestro estudio intentamos medir y registrar, si lo hubiera, el vínculo emocional de los discentes hacia las notas musicales. Para ello apelamos a la opinión subjetiva de los miembros de la muestra preguntándoles a partir de las variables *favoritismo* y *rechazo* como coordenadas para medir este dato. Bajo nuestro punto de vista, si dentro de una categoría de objetos, una persona tiene preferencia por alguno o algunos de ellos, más allá de una cuestión instrumental, sencillamente por simpatía, es porque existe un vínculo afectivo de esta persona hacia el objeto preferido. Un vínculo que también puede surgir del rechazo hacia el mismo objeto y que entendemos que también debe ser tenido en cuenta. En el ámbito musical no es extraño encontrar casos de gente que de forma espontánea presenta predilección o simpatía hacia alguna o varias notas musical, como el caso de la nota Sol, que se puede asociar con el verano y las vacaciones. El objetivo era comprobar si las ninotas modificaban, y si así fuera, hasta qué punto, estos patrones de comportamiento hacia las notas musicales. Una modificación muy marcada nos aportaría una evidencia de la capacidad de las ninotas como agentes emocionales y confirmarían la segunda parte de nuestra hipótesis cuando propone que éstas *contribuyen a crear un vínculo afectivo de los discentes hacia* las notas musicales.

Dado que lo que queríamos era contraponer los resultados de aquellos que tuvieron contacto con las ninotas con los de aquellos que no lo tuvieron, recurrimos a un modelo de análisis de *muestra virtual*. A partir de los datos aportados por los estudios previo y posterior de nuestra investigación, la muestra se pudo doblar ya que, virtualmente, teníamos los datos de 4 grupos, uno que había tenido contacto con las ninotas y tres que no. Así, la información aportada por ambos grupos (control y experimental) en el estudio previo se relacionaría con los dos primeros *grupos virtuales de control*, ya que no tuvieron contacto con las ninotas. Les nombramos respectivamente Grupo C1 y Grupo C2, y les pusimos la etiqueta de *no iniciados* dado que no habían asistido a las sesiones didácticas. Por otra parte, del estudio posterior extrajimos un tercer *grupo virtual de control* que se obtuvo de los resultados del grupo real de control, a este lo llamamos Grupo C3. Finalmente tendríamos el grupo experimental que fue expuesto a la variable independiente *ninotas* y al cual llamamos Grupo E. Tanto este como el grupo C3 asistieron a las sesiones didácticas y por eso les pusimos la etiqueta de *iniciados*. De este modo, dispusimos de una *muestra virtual* de 72 individuos: 21 en el grupo C1, 15 en el grupo C2, 21 en el grupo C3 y 15 en el grupo E.

En este análisis buscamos diferencias significativas, por una parte, entre los grupos C y el grupo E, en cinco patrones de elección de las notas preferidas y rechazadas, por la otra, entre los grupos de control y experimental, respecto a su evolución del vínculo afectivo. Como veremos seguidamente, los datos recopilados mostraron marcadas diferencias de los grupos *iniciados* respecto a los *no iniciados*. Si bien es cierto que los comportamientos de los segundos fueron bastante homogéneos, los de los *iniciados* mostraron grandes divergencias, pero cabe destacar que mientras los resultados del grupo C3 mostraban unos patrones predecibles que, en líneas generales, venían a ser los mismo que los de los grupos no iniciados pero con puntuaciones más altas, el grupo E se desmarcó en varios patrones de forma muy diferenciada.

· Patrón *participación de la muestra*: Con este patrón se contabilizó el número de individuos que expresaban afinidad o rechazo hacia alguna de las notas musicales. Así lo hicieron un 50% de los componentes del grupo C1, mientras que en el grupo C2 el porcentaje ascendió al 60%. El grupo C3 fue el más participativo con un 70% y en el grupo E el porcentaje ascendió a un 67%. En este sentido no se aprecian diferencias significativas respecto a la variable independiente, en cambio, se observa una mayor participación en los grupos iniciados.

· Patrón *coeficiente de casos seleccionados como agentes afectivos*: Con este patrón se medía el número de notas musicales que habían actuado como agentes emocionales de un modo proporcional a la participación, que se calculó a partir de un coeficiente relativo en base 100. El grupo E, con 34,32 puntos, alcanzó la puntuación más alta con una marcada diferencia respecto a los grupos C, donde el grupo C2 aportó un valor llamativamente bajo, 13,88 puntos, mientras que los grupos C1, con 23,74, y C3, con 25,71, alcanzaban cifras similares. Si entendemos que el techo de este coeficiente es 100 y que para alcanzarlo era necesario que todos los miembros del grupo tuvieran algún tipo de vínculo afectivo con todas las notas, entendemos que esta relación debía hacerse en términos relativos, así, el valor aportado por el grupo E es un 44,5% más alto que el del grupo C1 y un 33% más alto que el del grupo C3. Se evidencia, por lo tanto, que en el grupo que ha tenido contacto con las ninotas, se han generado muchos más vínculos afectivos que en el resto. Por otra parte, si recuperamos los grupos de control y el experimental, vemos que el primero sufre un ligero aumento en su evolución al aumentar el coeficiente en un 8%, mientras que el experimental aumenta en un 147%.

· Patrón *Número de casos seleccionados de cada uno de los agentes afectivos y su orden de preferencia-rechazo*. Este patrón trataba de comparar los comportamientos de elección de la muestra respecto a cada una de las notas musicales tanto en cantidad de casos seleccionados como de preferidos o rechazados. Los datos recogidos mostraron un comportamiento marcadamente diferenciado del grupo expuesto a la variable independiente respecto al resto, en los casos de las notas Do3, Re, Sol, y La. Si bien, en relación al resto de notas no se observaron diferencias destacables en ningún grupo. Por una parte, la nota Sol fue la más veces seleccionada en los tres grupos C mientras que en el grupo E se vio superada por las notas La, Re y Do3. Esta última fue, a su vez, la más seleccionada en este grupo, decantando además la balanza hacia el favoritismo en una relación de preferencia-rechazo de 3-1, mientras que en los grupos C2 y C3 era de 1-1 y en el grupo C1 de 1-3. La nota Sol fue también la más escogida en positivo por todos los grupos, si bien, en los grupos C1 y C3 lo hacía con gran holgura respecto al resto de notas, en el grupo C2 se vio igualada por la nota La, tal y como sucede en el grupo E, donde el Do3 alcanzó también la misma puntuación. En este sentido observamos que en todos los grupos, mientras que las notas que no destacaban en el orden de favoritismo mantuvieron un nivel de selección similar, las que destacaban alcanzaron la puntuación más alta del grupo. De este modo, en los grupos C1 y C3, la nota Sol se destacó por encima del resto de notas en una relación media de 6-1 en el primero y de 4-1 en el segundo. En el grupo C2, las notas Sol y La, igualadas en porcentaje, fueron las que despuntaron doblando la puntuación del resto. Sin embargo, en el grupo E fueron tres las notas que destacaron con igual porcentaje, Do3, Sol y La, con una relación media respecto al resto de 4-1. Finalmente, respecto a la nota Re, si bien fue ignorada en el grupo C1, en el grupo C2 fue seleccionada una única vez, con orden de preferencia, sucedió algo con los grupos iniciados dado que, en ambos, fue la segunda nota más veces seleccionada (en el caso del grupo E, en compañía de la nota La que guardaba el mismo valor). Si bien, mientras en el grupo C3 mantuvo una relación de preferencia-rechazo 2-3, en el caso del grupo E el rechazo fue pleno, nadie la escogió con orden de preferencia.

· Patrón *Razones de selección*. En este caso se intentó identificar las razones que llevaron a los miembros de la muestra a un orden concreto de preferencia-rechazo, es decir, qué razón dieron para escoger una nota como preferida o rechazada. Partíamos de la premisa de que gran parte de las razones serían socialmente compartidas y que podrían categorizarse. A partir de los datos recogidos reconocimos 9 razones que cumplían este requisito:

1) Línea adicional (Do3)	4) Es muy agudo (Do4)	7) Astro solar (Sol)
2) Es muy grave (Do3)	5) Está arriba del todo (Do3)	8) Tiene 3 letras (Sol)
3) Hay dos (Do3 i Do4)	6) Verbo hacer en catalán (Fa)	9) Afirmación (Si)

Todas aquellas razones que no pudieron categorizarse se englobarían en una décima categoría: *Otras*, además de la genérica *No sabe, no da razones* y la que tiene que ver con la variable independiente *Ninotas*. Doce categorías en total.

Procediendo ya al análisis, hubo una marcada diferencia entre los no iniciados, que mantuvieron un patrón muy parecido, y los iniciados, que se desmarcaron notablemente. Aún así, sólo cuatro de las doce categorías aportaron datos significativo: *Astro solar, Otras, Ninotas* y *No sabe, no da razones*, el resto obtuvieron niveles residuales. En el grupo C1, la categoría *No sabe, no da razones*, con un porcentaje del 36,84% fue la opción más recurrida, seguida de *Otras* con un 31,57% y de *Astro solar* con un 21,05%. En el grupo C2 *Astro solar* se erigió como la razón más veces aducida junto a *No sabe, no da razones*, ambas con un porcentaje del 30% y seguidas de *Otras* con un porcentaje del 20%. En el grupo C3 volvieron a destacarse las mismas categorías pero, esta vez *Otras* se disparó y fue escogida casi en la mitad de las ocasiones con un 44,82% de porcentaje, seguida de *Astro solar* con un 20,69% de las elecciones y, como tercera opción, pero con un valor casi residual, apareció *No sabe, no da razones* cuyo porcentaje de elección fue del 10,34%. Este comportamiento del grupo C3 era predecible dado que, a diferencia de los grupos C1 y C2, ya había trabajado las notas musicales dando tiempo a madurar su relación con ellas de un modo más personal, disparando el valor *Otras* y reduciendo las dudas con el valor *No sabe, no da razones*. Este mismo comportamiento es el que esperaríamos de cualquier grupo iniciado, sin embargo, en el grupo E todas las categorías obtuvieron niveles residuales excepto *Ninotas* cuyo porcentaje se situó en un 71,42%. Se observó, además que, si en los grupos C, la categoría *Astro Solar* destacaba y obtenía un porcentaje significativo, en el grupo E su porcentaje fue residual, 7,14%, el mismo que obtuvo la categoría *Hay dos*. Por su parte, *Otras*, que en los grupos C, sobre todo en el C3, adquirió gran relevancia, obtuvo en este caso un porcentaje del 3,57% junto a *Tiene 3 letras, Línea adicional* y *Es muy grave*. Finalmente, en este grupo las dudas se desvanecieron y nadie optó por la categoría *No sabe, no contesta*.

CONCLUSIONES

Abríamos este artículo exponiendo nuestra intención de poner en práctica uno de los preceptos más sugerentes que nos plantean las neurociencias: el importante papel que juegan las emociones en los procesos de aprendizaje. Explicábamos que a partir de esta idea se había abierto un campo de investigación poco explorado todavía en muchos aspectos, y apuntábamos, concretamente, al de la relación emocional entre el alumno y su objeto de estudio. Hemos expuesto una serie de estrategias (la caracterización y la narración) que apelan a esa relación y cómo las hemos aplicado en el diseño de un programa educativo que, en este caso, concierne a la música. El programa fue sometido a estudio y aportó una serie de datos muy sugerentes que podrían ser concluyentes si hubieran venido de una muestra más numerosa. Como también hemos explicado, el mencionado estudio se llevó a cabo como Trabajo de Final de Master y contaba, por lo tanto, con justos recursos económicos, de tiempo y de disposición. No se trata, por lo tanto, de llegar aquí a conclusiones, sería una entelequia, pero si podemos tomar este trabajo como una avanzadilla por ese campo de investigación poco explorado, un ensayo que nos aporte información sobre la pertinencia de profundizar en dicho campo y para reflexionar sobre las posibilidades que nos podría brindar. En este sentido, los datos aportados son realmente sugerentes al mostrarnos que el grupo experimental, que partía con un menor conocimiento del objeto de estudio, acabó superando holgadamente los conocimientos adquiridos por el grupo de control.

Planteábamos también que el mejor aprendizaje del grupo experimental venía dado por el papel que juegan las ninotas como agentes emocionales, que despiertan la emoción en el discente generando un vínculo afectivo de éste hacia ellas y, por correlación, hacia las notas que representan, hecho que, como se propone desde las neurociencias, facilitaría cualquier aprendizaje relacionado con ellas. Hemos propuesto la predilección o el rechazo hacia las notas musicales como prueba de vínculo afectivo y confrontado con éste a la muestra para analizar sus distintos comportamientos desde diferentes perspectivas de análisis: Qué notas les gustaban, qué notas no, cuántas, por qué… Los datos obtenidos en este sentido muestran unos comportamientos notablemente diferenciados por parte del grupo experimental (Grupo E) respecto a los grupos de control (Grupos C), tanto en la cantidad de notas con las que ha establecido un vínculo emocional, como en el orden de dicho vínculo, el tipo y las causas o razones que lo propiciaron. Unas variaciones de comportamiento que relacionamos con su exposición a la variable independiente introducida: las ninotas.

Por todo ello, entendemos que los datos proporcionados por nuestro estudio avalan nuestra hipótesis pero, dado el reducido tamaño de la muestra, no permiten hacer lecturas concluyentes, si bien invitan a profundizar en esta línea de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIESELE, M. *Women Like Meat: The Folklore and Foraging Ideology of the Kalahari Ju/'hoan* . Bloomingtone e Indianapolis: Witwatersrand University/Indiana University Press

CARTER, R. (1998). *El nuevo mapa del cerebro* RBA Ediciones de Librerías s.a. Barcelona

DAMASIO, A.(1996) *El error de Descartés*. Chile: Andrés Bello.

DOLCOS, F. & CABEZA, R. (2002). *Event-related potentials of emotional memory: Encoding pleasant, unpleasant, and neutral picture*. Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience 2: 252. https://doi.org/10.3758/CABN.2.3.252

DOLCOS, F. KEVIS S. LaBar & CABEZA, R. (2004) *Interaction between the Amygdala and the Medial Temporal Lobe Memory System Predicts Better Memory for Emotional Events.* Neuron. Volume 42, Issue 5, (PP. 855-863)

GOLEMAN, D. (1996) *Inteligencia emocional*. Barcelona: Kairós.

HAMILTON, D. L. (1981) *Cognitive representations of persons*. En E. Higgins, C. Herman y M. Zanna, *Social cognition: The Ontario Symposium* Hillsdale, NJ: Erlbaum. (pp. 135-160)

HEMSY DE GAINZA, V. (1964) *La iniciación musical del niño*. Buenos Aires, Ricordi.

IBARROLA, B. (2013) *Aprendizaje emocionante*. Ediciones SM

IMMORDINO-YANG, M. H., MATTHIAS, F. (2010) *The Role of Emotion and Skilled Intuition in Learning*" en SOUSA, D. A. Sousa, David A. *Mind, Brain and Education*, Solution Tree Press, Bloomington (pp.77-83)

MARTENOT, M. (1983) *La course aux notes*. Paris: Magnard

RUSINEK, G. (2006b). *El aprendizaje significativo en educación musical*. En Doce notas: Revista de información, Nº 54 (pp. 17-18)

VV.AA. 2010. *The Nature of Learning: Using Research to Inspire Practice* OCDE

RELACIÓN ENTRE FACTORES PSICOSOCIALES DE RIESGO Y TME EN CAMARERAS DE PISO

RESUMEN / ABSTRACT

En el segundo semestre de 2016 la población laboral de los hoteles de nuestro país era de 358.897 trabajadores, de ellos entre 25% y un 35% son trabajadoras/es de departamento de pisos: Camareras de piso, supervisoras, gobernantas y valets.
Estos trabajos vienen caracterizados por la invisibilidad social, por ser un sector totalmente feminizado con doble presencia trabajo-hogar, con fuerte implantación de población inmigrante, con bajos salarios y bajo reconocimiento profesional; alta estacionalidad, con contratación flexible, temporal y a tiempo parcial y con un incremento importante de la intensidad del trabajo.
Este trabajo tiene el objetivo de estudiar la correlación entre los factores psicosociales propios del departamento de pisos y los trastornos músculo-esqueléticos, a partir de los datos recogidos en el estudio cualitativo realizado por la Confederación Sindical de Comisiones Obreras, sobre una muestra de 30 camareras de pisos. En una primera se analiza el estudio descriptivo realizado por la Confederación y posteriormente se realiza una segunda fase cuantitativa, donde se analizan los datos recogidos a través de un chek list y el test FPSICO del INSHT.
Según los resultados se confirma que existen riesgos en las condiciones del trabajo de camarera de pisos que fomentan los trastornos músculo esqueléticos, como son la degradación en la forma de contratación, la externalización, la organización del trabajo y la falta de evaluaciones de riesgo específicas para el puesto de trabajo. Surge como un sector con un alto porcentaje de trabajadores con dolor crónico por TME, lo que se traduce en un alto porcentaje de bajas laborales por sobreesfuerzo físico o mental en el trabajo.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

PUNTOS DE INTERÉS

ESTUDIO EMPRÍRICO
ANALISIS PSICOSOCIAL DEL PUESTO DE CAMARERAS DE PISO EN EL SECTOR HOSTELERIA
ANALISIS DESCRIPTIVO/CORRELACIONAL ENTRE FACTORES PSICOSOCIALES DE RIESGO Y TME

AUTORES / AUTHORS

Yolanda García Rodríguez
UCM
yogarcia@psi.ucm.es
SILVIA CASABUENA RINCÓN
UCM
scasabue@ucm.es

INTRODUCCIÓN

Según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo Los trastornos musculo-esqueléticos (TME) son una de las enfermedades de origen laboral más comunes que afectan a millones de trabajadores en toda Europa y cuestan a los empresarios miles de millones de euros.

Los trastornos musculo-esqueléticos (TME) afectan a una cuarta parte de la población de Europa (el 25% de los trabajadores sufren dolores de espalda y el 23% se quejan de dolores musculares). Según los datos del Eurostat, el coste económico de los TME en Europa representa el 1,6% del PIB (205.107 millones de euros al año). Por otra parte, en España, la VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (ENCT, 2007) muestra que el 74,2% de los trabajadores señala sentir alguna molestia musculo-esquelética debida a posturas y esfuerzos derivados del trabajo que realiza, en concreto, la zona baja de la espalda, la nuca/cuello y la zona alta de la espalda son las más afectadas (40,1%, 27%, y 26,6%, respectivamente).

La OMS (2004) define los TME como problemas de salud del aparato locomotor, es decir, de músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos y nervios. Esto abarca todo tipo de dolencias, desde molestias leves y pasajeras hasta las lesiones irreversibles y discapacitantes.

Las causas de los TME están, entre otras, asociadas a condiciones de trabajo como movimientos repetitivos, estar muchas horas de pie, trabajar sentado en posición fija, posturas forzadas, manipulación de cargas, trabajo a un ritmo elevado, o malas condiciones ambientales en el puesto de trabajo (vibraciones, mala iluminación, altas temperaturas, etc.).

En lo últimos años, sin embargo, hay cada vez mayor evidencia de la asociación entre TME y factores psicosociales de riesgo. Por factores psicosociales se entienden determinadas condiciones de trabajo relacionadas con la organización, el contenido del trabajo y la realización de la tarea, y que tienen la capacidad de afectar tanto al bienestar o a la salud (física, psíquica o social) del trabajador como al desarrollo del trabajo (Martín Daza y Pérez Bilbao, 1997) pero los factores psicosociales cuando son factores con probabilidad de afectar negativamente a la salud y el bienestar del trabajador son factores de riesgo (Benavides et al.2002; INSHT, 2015).

Cox (1993) informó que entre los factores de trabajo asociados a los riesgos psicosociales se incluyen una carga de trabajo y un ritmo de trabajo excesivos, la inseguridad laboral, horarios de trabajo inflexibles, horarios de trabajo irregulares, imprevisibles o socialmente inadecuados, escasas relaciones interpersonales, falta de participación, un papel poco claro en la organización, una escasa comunicación, escasas perspectivas de carrera y exigencias contradictorias del trabajo y el hogar.

Como ejemplo de la relación científica entre factores psicosociales de riesgo y TME, valga por caso el estudio realizado por Simon et al., (2008) que muestra una mayor relación ente TME y factores psicosociales de riesgo que entre TME y factores físicos de riesgo. Los factores psicosociales, evaluados mediante el Cuestionario Psicosocial de Copenhagen (COPSOQ, (Kristensen et al., 2005)) que aparecen asociados a los TME son *exigencia cuantitativa del trabajo* o *intensidad del trabajo*, la *influencia en el trabajo* (control sobre el entorno de trabajo), y la *relación entre el esfuerzo del trabajador y la recompensa recibida* (beneficios económicos, oportunidad/seguridad en la carrera y valoración profesional).

En la tabla 1 (Anexo 1) se observa la relación entre la zona del cuerpo afectada y los factores psicosociales de riesgo según el estudio realizado por Devereux et al., (2004). Nogareda (2006) señala que, entre los efectos negativos que el estrés laboral genera en los trabajadores, caben destacar diversos trastornos, tanto físicos como psíquicos o conductuales, dentro de los cuales son de mención las enfermedades cardiovasculares, los trastornos musculo- esqueléticos y las enfermedades mentales que a su vez pueden dar lugar a efectos secundarios a nivel colectivo como aumento del absentismo laboral, disminución de la calidad del trabajo realizado y de la productividad. Por tanto, la evaluación y valoración de los TME asociados a factores psicosociales de riesgo se puede considerar como una medida indirecta del nivel de estrés laboral generado por los factores psicosociales de riesgo. La exposición a los riesgos psicosociales puede provocar estrés entre los empleados, que dan como resultado un rendimiento escaso y, cuando se prolonga, graves problemas de salud, entre los que se hallan las dolencias músculo-esqueléticas (Cuadro 1 en el Anexo 1).

Para Martínez Plaza (2009), médico del trabajo del INSHT (ahora Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo) En el panorama laboral actual el estrés ha sido identificado como uno de los riesgos emergentes más importantes, y en consecuencia, dentro de los principales desafíos que enfrentan las organizaciones debido a la repercusión que éste puede tener sobre la salud de los trabajadores. El estrés laboral como principal riesgo psicosocial supone un coste tanto social como individual. En 2002, la Comisión Europea (2002) estimó los costes del estrés laboral en la Europa de los Quince en 20.000 millones de euros al año.

Este trabajo tiene el objetivo analizar la relación entre los factores psicosociales de riesgo y los trastornos músculo-esqueléticos en camarera de pisos, a partir de los datos recogidos en una primera fase cualitativa y una segunda fase cuantitativa.

METODOLOGÍA

Participantes

Durante la fase cualitativa, participaron 36 camareras de piso con distintas condiciones laborales y de seis comunidades autónomas con un alto índice de turismo. Se pidió también la participación de médicos del trabajo, responsables de salud laboral, gobernantas, técnicos de prevención o delegados sindicales, con la intención de conocer la situación desde todas las perspectivas.

Durante la fase cuantitativa, participaron 19 camareras de piso procedentes de las Islas Baleares. En esta ocasión la muestra fue aleatoria y estuvo formada por aquellas camareras que se ofrecieron voluntariamente a participar.

Materiales

Para la fase cualitativa se utilizó el proyecto interno realizado por CCOO en 2018, “Dependencias Farmacológicas en las camareras de piso”, haciendo una revisión de todos los datos que aporta el mismo.

Para la fase cuantitativa, se realizó una check-list con los TME más comunes según el INSST, y algunas de las nuevas enfermedades profesionales reconocidas para su sector. Para la evaluación de los riesgos psicosociales en el trabajo se les pasó el Manual del método CoPsoQ PSQCAT (versión 2), la versión corta del cuestionario.

Fases del estudio

1. Fase cualitativa y descriptiva.

En el proyecto de CCOO, se formaron 6 grupos de discusión, formados por personal de pisos de instalaciones de alojamiento, y 15 entrevistas en profundidad a personas clave del sector, como médicos del trabajo, responsables de salud laboral, gobernantas, técnicos de prevención o delegados sindicales. Todas ellas, fueron dirigidas por 2 miembros del grupo de trabajo de CCOO y grabadas para su posterior análisis.

Una vez transcritas todas las grabaciones, se creó un documento en el que se recogían aquellos aspectos sobre las condiciones de trabajo, problemas de salud y consumo de fármacos, en los que coincidieran todos los grupos y entrevistas que se hicieron.

1. Fase cuantitativa.

En esta fase, el objetivo era la obtención de datos cuantitativos con los que poder comparar la información recogida en la primera fase.

RESULTADOS

1. Fase cualitativa y descriptiva.

En esta fase, se encontró que todos los factores de riesgos psicosociales y los factores de riesgo de sufrir TME, se encuentran en las condiciones actuales de trabajo de las camareras de piso entrevistadas.

Como resumen de todos los datos recogidos en esta primera fase, se adjuntan las tablas 1 y 2 donde aparecen las situaciones reales de mayor coincidencia, sobre los factores de riesgo de TME y los factores de riesgo psicosocial, narradas por las participantes de los grupos de discusión.

Profundizando más en el contenido que aporta el documento elaborado por CC.OO, podemos decir que, con respecto a la *organización del trabajo*, las camareras de piso señalan que no se tienen en cuenta situaciones que hacen que varíen las exigencias del trabajo (distribución de las habitaciones en cada planta, el tipo de habitación, el tipo de cliente, ni la estación y las condiciones ambientales que conllevan).

También apuntan que la *carga total de trabajo,* durante la jornada laboral, ha crecido de forma exponencial debido al aumento en el número de habitaciones que deben hacer durante la misma, entre 20 y 25 y pudiendo llegar a las 30.

Denuncian también la falta de medidas preventivas y la falta de *mejoras ergonómicas* de los materiales que tienen que usar diariamente. Además, en los casos en los que se tiene en cuenta la ergonomía y se modifican cosas, apuntan que faltan cursos de formación sobre cómo trabajar con las nuevas instalaciones.

En primer lugar, como aspectos concretos de mobiliario que tienen que usar en el día a día, revelan que los carros no son ergonómicos, el peso está muy por encima de lo que pueden empujar con facilidad y los pasillos con moqueta agravan esta situación. Las camas cada vez son más grandes, con colchones más pesados y sin ruedas para moverlas.

En segundo lugar, destacan el uso diario de fuertes productos de limpieza y la exposición a todos los químicos que esto conlleva. Si estos líquidos ya de por sí pueden ser peligrosos, muchas veces no usan los que están homologados y no siguen las normas de prevención.

Por último, con respecto a los Equipos de Protección Individual (EPIS), demandan que el primer problema, en muchos casos, es que no les entregan las protecciones necesarias.

Algunos de los factores psicosociales de riesgo más claros y abundantes que se han recogido en los grupos de discusión son el *aislamiento* y el *ambiente de trabajo*. Mientras que antes lo normal es que fuesen acompañadas y hubiese dos camareras por habitación, ahora trabajan solas y, por otro lado, argumentan que hay una presión añadida por parte de las gobernantas, los superiores y los mandos intermedios a la hora de conseguir cumplir los ratios de habitaciones asignadas a cada una.

Las *lesiones* más comunes referidas en las entrevistas son problemas de hernias, cervicales, túnel carpiano, rodillas, tendinitis en los brazos, muñecas, tobillos… Todos estos dolores les impide en muchos casos seguir trabajando, por lo que la necesidad de coger una baja es muy alta y son muchas las que dicen haber tenido al menos una baja por año.

Exponen que hay una falta de atención por parte de los médicos del trabajo y las Mutuas hacia los empleados. Es común la derivación de los trabajadores a la Seguridad Social, aunque las causas y los motivos de consultan sean derivados del trabajo.

Con respecto a la externalización, parece importante resaltar que además de todos los riesgos propios de este sector expuestos en los resultados, se les suman algunos propios de esta condición de contratación, como por ejemplo, que suelen tener contratos por debajo de su categoría profesional, lo que conlleva una reducción en el salario. Se produce una precariedad en la contratación, los contratos de estas empresas suelen ser eventuales o fijos-discontinuos, por lo que hay una mayor *inestabilidad laboral*.

Como no son trabajadoras de la empresa, no están dentro de la prevención y vigilancia de la salud del hotel, por lo que están desamparadas ante cualquier situación, ya que este tipo de empresas multiservicio tiene evaluaciones generales que no se adecuan a los trabajos específicos que realizan ellas.

- Fase cuantitativa.

Los resultados agrupados que se muestran en el gráfico 1 reflejan que, de las 15 dimensiones de riesgos psicosociales que mide el CoPsoQ psqcat, la mayoría de la muestra se concentra en la situación más desfavorable para la salud en 10 de ellas.

A destacar la dimensión del *ritmo de trabajo,* donde el 100% de la muestra se encuentra en situación de máximo riesgo. También otras dimensiones como las *exigencias cuantitativas*, *posibilidades de desarrollo*, *conflicto de ro*l y *justicia*, aparecen como factores psicosociales de riesgo donde más del 80% se sitúa en la situación más desfavorable.

Solo las dimensiones de *inseguridad sobre las condiciones de trabajo* e *inseguridad sobre el trabajo*, tienen un resultado ligeramente mayor en la situación más favorable para la salud, siendo la diferencia con el resultado en la situación más desfavorable únicamente de 1 punto. Es decir, la muestra se distribuye prácticamente igual entre estas dos condiciones.

Los resultados sobre los datos referentes a cada una de las preguntas que conforman cada dimensión, quedan expuestos en los gráficos 2 y 3. En ellos, se han contabilizado todas las respuestas de "Siempre" o "Muchas veces" / "En gran medida" o "En buena medida", las de "A veces" / "En cierta medida" y las de "Solo alguna vez" o "Nunca" / "En alguna medida" o "En ningún caso". En color rojo, encontramos las opciones de respuesta que se corresponden con las categorías que contribuyen a unas peores condiciones de trabajo.

Cabe destacar los resultados obtenidos en las preguntas 6 (¿Tienes que trabajar muy rápido?), 9 (¿Tu trabajo, en general, es desgastador emocionalmente?), 10 (¿El ritmo de trabajo es alto durante toda la jornada?), 18 (¿Tienes que hacer tareas que tú crees que deberían hacerse de otra manera?) y 19 (¿En tu empresa se te informa con suficiente antelación de decisiones importantes, cambios y proyectos de futuro?), donde el 80% de la muestra se encuentra en la categoría que contribuye a las peores condiciones de trabajo.

Las preguntas 14 (¿Las tareas que haces te parecen importantes?) y 16 (¿Sabes exactamente que se espera de ti en el trabajo?), destacan en sentido contrario; la mayoría de la muestra se sitúa en las condiciones sin riesgo, siendo la minoría la que se sitúa en la categoría de peores condiciones.

Con respecto a la información obtenida sobre el padecimiento y diagnóstico de TME, podemos observar en el gráfico 4 que 18 de las participantes en el estudio han padecido o se les ha diagnosticado TME, y que únicamente una persona de las entrevistadas no ha referido ninguna patología por TME.

De esas 18 que sí han padecido o se les ha diagnosticado TME, podemos observar en el gráfico 5 que 11 de ellas (el 65%) si han tenido una baja por incapacidad temporal causada por TME, 1 de ellas refiere una baja pero no podemos asegurar que sea derivada de TME, y 6 de ellas (el 35% no han cursado ninguna baja aun padeciendo TME.

Los TME más comunes, de los que más de la mitad de los casos refieren padecer, se reflejan en el gráfico 6. Podemos observar que tanto la ciática como la lumbalgia y las contracturas son el tipo de TME que más incidencia tiene en nuestra muestra. El síndrome cervical por tensión también alcanza altos valores de prevalencia.

De los TME que no aparecían en la check-list, han aparecido casos de tendinitis en las manos, vértigos, dorsalgia, rotura de tobillo y a destacar, varios casos de lesión en la articulación de la rodilla, como rotura del menisco, tendinitis y fisura rotuliana.

CONCLUSIONES

El trabajo de camarera de pisos, es un trabajo que de por sí requiere un esfuerzo físico, tener que levantar un colchón pesado, tener que mover el carro, o limpiar espejos y mamparas, supone una carga física que, además, se ve agravada por los movimientos repetitivos, al tener que hacer ese sobreesfuerzo en cada una de las habitaciones.

Si a estas condiciones, les sumamos un aumento exponencial de la carga de trabajo, empiezan a aparecer situaciones de riesgo con respecto a los factores psicosociales y que redunda en TME.

Una consecuencia directa de este incremento en la carga de trabajo y la mala organización del mismo, es el aumento del *ritmo de trabajo* y la *presión constante del tiempo* por intentar terminar todo lo estipulado dentro de su horario. Otra de las consecuencias directas, es un *tiempo de recuperación insuficiente*, ya que renuncian a sus horas de descanso durante el día para poder acabar el trabajo. Esta reducción sucede también entre jornadas, ya que cuando no consiguen terminar, las trabajadoras acaban saliendo varias horas más tarde de lo que deberían, con el agravante de que estas horas no les cuenten como horas trabajadas.

Esta situación de alta carga y ritmo de trabajo y alta presión de los tiempos, termina generando que no puedan cumplir con las especificaciones de ergonomía y prevención, lo que incide gravemente en el riesgo de padecer TME. Muchas alegan que es imposible estar poniéndose y quitándose las protecciones (EPIS), porque pierden mucho tiempo y no llegan a terminar.

Los dolores musculares y el agotamiento, hacen que tengan problemas para conciliar el sueño, lo que se a su vez impide momentos para recuperarse. La sensación de no llegar a cumplir el ratio marcado, de tener que hacer el trabajo cronometrando los tiempos en cada habitación, tener que ir corriendo y no poder descansar en toda la jornada y la situación de "la doble jornada" que tienen que realizar al llegar a sus casas, les hace estar sometidas a una situación de estrés permanente o crónico. La presión de tener que cumplir determinados estándares de calidad, aún sin las condiciones necesarias para poder cumplirlos y el miedo al despido y a las sanciones por parte de la empresa, también repercute en ellas. Esta situación, les afecta en su vida personal, no permitiéndoles conciliar la vida familiar con la vida laboral.

De todas estas dolencias, acaban derivando problemas psicológicos ya que perciben la situación como una sobredemanda a la que no pueden responder con eficacia. Esto es un gran riesgo para enfermedades como la ansiedad o la depresión.

Al no ser tratadas por los médicos del trabajo y las Mutuas, todas las enfermedades que sufren a consecuencia del trabajo no son reconocidas como enfermedades profesionales y, por tanto, no tienen acceso al reconocimiento de la incapacidad laboral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benavides, F. G.; Gimeno, D.; Benach, J.; Martínez, J. M.; Jarque, S.; Berra, A. y Devesa, J. (2002). Descripción de los factores de riesgo psicosocial en cuatro empresas. Gaceta Sanitaria, 16, 3.

Cox. T. (1993). Stress Research and Stress Management: Putting Theory to Work. Sudbury: HSE Books.

Devereux, J.; Rydstedt, L.; Kelly, V.; Weston, P. y Buckle, P. (2004). The role of work stress and psychological factors in the development of musculoskeletal disorders The stress and MSD study. Prepared by Robens Centre for Health Ergonomics for the Health and Safety Executive 2004.

ENCT (2007) VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

INSHT (2015) Algunas orientaciones para evaluar los factores de riesgo psicosocial. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Kristensen, T. S.; Borritz, M.; Villadsen, E. y Christensen, K. B. (2005) The Copenhagen Burnout Inventory: A new tool for the assessment of burnout. Work & Stress, 19, 3, 192-207.

Martín Daza, F. y Pérez Bilbao. J. (1997). Factores Psicosociales: Metodología de Evaluación. NTP 443, INSHT.

Nogareda, C. y Almodóvar, A. (2006). El proceso de evaluación de los factores psicosociales. NTP 702. INSHT, Barcelona.

Simon, M.; Tackenberg, P.; Nienhaus, A.; Estryn-Behar, M.; Maurice Conway, P.; y Hasselhorn, H.M., (2008) Back or neck-pain-related disability of nursing staff in hospitals, nursing homes and home care in seven countries--results from the European NEXT-Study. International Journal of Nursing Studies, 45, pp: 24-34.



La Red Internacional de Empresas Saludables

Una iniciativa de la Fundación Internacional **ORP** para fomentar entornos de trabajo
seguros, sanos, sostenibles, sensibles y singulares



La RED congrega y conecta a todas aquellas empresas que asumen el compromiso de actuar y poner en valor los principios de la Empresa Saludable 5Z en el desarrollo integral de la empresa y la persona, fomentando la consolidación de Empresas Sostenibles.

www.riesaludable.com

ORGANIZADORES

PARTNER ESTRATÉGICO

SPONSORING

COMITÉ EMPRESARIAL DE LA FUNDACIÓN INTERNACIONAL ORP

COMITÉ INSTITUCIONAL DE LA FUNDACIÓN INTERNACIONAL ORP

COMITÉ CIENTÍFICO DE LA FUNDACIÓN INTERNACIONAL ORP

MEDIOS DE COMUNICACIÓN