

08-016

TOOLS FOR IDENTIFICATION AND ASSESSMENT OF NEW AND EMERGING RISKS.

Sánchez Lite, Alberto ⁽¹⁾; González Gaya, Cristina ⁽²⁾; Fuentes Bargues, José Luis ⁽³⁾; Brocal Fernández, Francisco ⁽⁴⁾; Sebastián Pérez, Miguel Ángel ⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad de Valladolid, ⁽²⁾ Universidad Nacional de Educación a Distancia, ⁽³⁾ Universidad Politécnica de Valencia, ⁽⁴⁾ Universidad de Alicante

The European Risk Observatory of the European Agency for Safety and Health defines a new emerging risk (NER) as a new and increasing risk. Different authors have completed the definition of a NER. Digitization and technological advances are significantly modifying working conditions in almost all current activities and industrial sectors. This new scenario is not unconnected with the appearance of new and emerging risks (NERs) in the field of Occupational Safety and Health. These risks are related, among others, to safety, psychosocial and ergonomic factors. It is important to take them into account in the product-process design stages. The present work tries to identify different methodologies and tools for identification and assessment of NERs in the field of Occupational Health and Safety.

Keywords: Ner; ergonomics; safety; product-process

HERRAMIENTAS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACION DE RIESGOS NUEVOS Y EMERGENTES.

El Observatorio Europeo de Riesgos de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud define un riesgo nuevo y emergente (NER) como un riesgo nuevo que va en aumento. Distintos autores han completado la definición de un NER. La digitalización y los avances tecnológicos están modificando sensiblemente las condiciones de trabajo en la práctica totalidad de las actividades y sectores industriales actuales. Este nuevo escenario no es ajeno a la aparición de riesgos nuevos y emergentes (NERs) en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Estos riesgos están relacionados, entre otros con factores de seguridad, psicosociales y ergonómicos. En las etapas de concepción de producto-proceso es importante tenerlos en cuenta. El presente trabajo trata de identificar distintas metodologías y herramientas disponibles para la detección y evaluación de NERs en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Palabras claves: Ner; ergonomía; seguridad; producto-proceso.

Correspondencia: Alberto Sánchez Lite asanchez@eii.uva.es

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo brindado por el proyecto de investigación titulado “Análisis y evaluación de los requisitos tecnológicos para el diseño de un SISTEMA de gestión estandarizado de Nuevos Riesgos Emergentes (A2NERSYS)” con referencia DPI2016-79824-R, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.



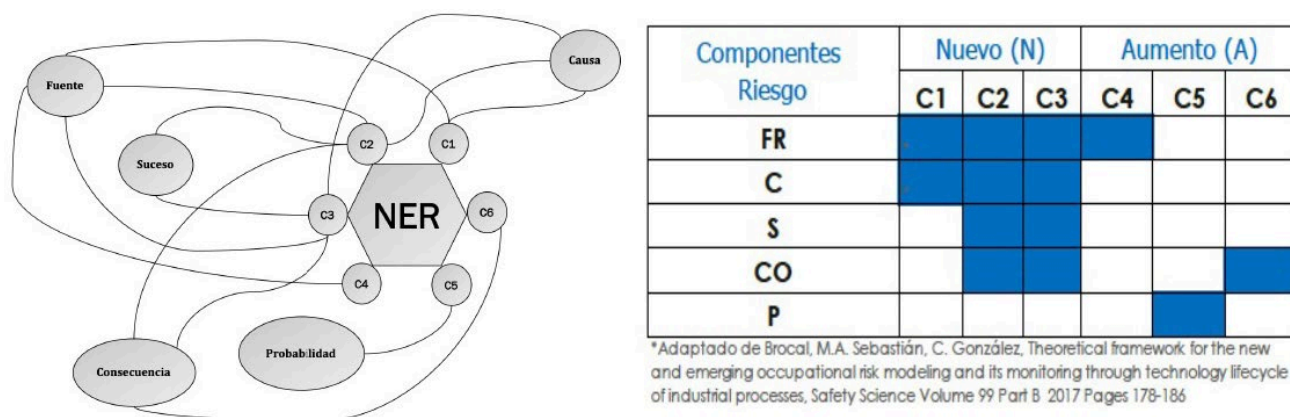
©2021 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

Anticiparse a las situaciones de riesgo en el puesto de trabajo es una estrategia necesaria en el entorno actual de cambio económico y tecnológico. La detección, evaluación y clasificación de riesgos nuevos y emergentes (NER) puede ser un enfoque eficaz para conseguir puestos de trabajo sostenibles y seguros. La detección y evaluación del nivel de un riesgo detonado como emergente en el puesto de trabajo es un factor importante en entornos de fabricación. En este sentido, ya han sido identificados riesgos como NER la exposición a trastornos músculo esqueléticos (TME) (una de las enfermedades profesionales reconocidas más comunes en Francia, Italia y España (datos ESENER-2)), el uso de las nuevas tecnología y los entornos 4.0 en fabricación.

La distinción entre un riesgo tradicional y un riesgo nuevo y emergente no es sencilla en muchas ocasiones, y la terminología que en ocasiones se emplea (“riesgo emergente”, “riesgo nuevo”, “nuevo riesgo emergente” “riesgo nuevo y emergente”) dificulta la propia definición del riesgo. La Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (EU-OSHA, 2015) define riesgo nuevo y emergente (NER) como cualquier riesgo nuevo que va en aumento. En esta línea, partiendo de esa definición de riesgo nuevo y emergente (NER), Brocal, Sebastián, y González (2017) completan dicha definición de NER dentro de un marco teórico. Su propuesta, resumida en la figura 1, está basada en 6 códigos (C1 a C6) que pueden permitir la identificación del riesgo como nuevo riesgo o riesgo en aumento, y la definición de metodologías y herramientas de detección y valoración de este tipo de riesgos.

Figura 1: Relaciones entre los componentes del riesgo y las condiciones que definen un NER.



Este trabajo tiene como objetivo detectar herramientas para la detección y valoración de este tipo de riesgos en entornos de fabricación.

2. Metodología

El estudio que se presenta se limita a artículos científicos indexados en la base de datos Web of Science (WOS), empleando palabras claves relacionadas con riesgos emergentes, herramientas y metodología utilizadas en entornos de concepción de producto-proceso y procesos de fabricación para la detección y valoración de riesgos. Los trabajos elegidos se han limitado a riesgos emergentes en entornos de fabricación, revisiones de métodos y

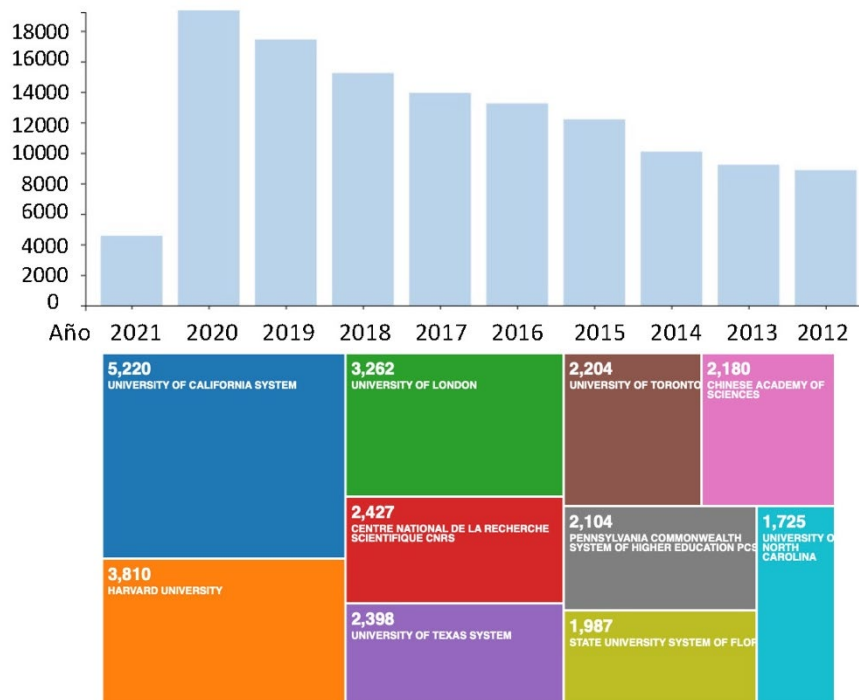
aplicaciones de “sensorización” de variables relacionadas con el operario en su desempeño del proceso, así como casos prácticos.

3. Herramientas identificación Riesgos Nuevos y Emergentes

El número de trabajos que se encuentran en la base de datos Web Of Science (WOS) referentes a los tópicos “Emerging risk, Ergonomics, Musculoskeletal Disorder, Digital Human Model y Biosensors” publicados desde el año 2000 al primer trimestre del año 2021 es de 173.499. Las principales áreas de investigación donde se encuentra estos trabajos son: química, ingeniería, ciencia-tecnología, y salud pública-medio ambiente. Como puede observarse, el número de trabajo es creciente y especialmente importante en los últimos 3 años. A fecha de cierre de este documento, para el año 2021 solo se ha podido tener en cuenta los trabajos de los 3 primeros meses de dicho año. Teniendo en cuenta el número de trabajo encontrado en esta base de datos, España se encuentra en el puesto número 9, siendo el primer lugar para Estados Unidos, seguido de China. Inglaterra, Alemania, Italia, Canadá Alemania, Australia y Francia. Las principales instituciones y la distribución anual de las publicaciones se muestran en la figura 2.

De los más de 170.000 trabajos encontrados se han seleccionado 85 para su lectura y análisis. Dichos trabajos se han seleccionado teniendo en cuenta la información incluida en su resumen, su impacto (número de citas recibidas) y su aplicación práctica en entornos industriales.

Figura 2: Web Of Science (WOS): Web Of Science (WOS): Trabajos científicos referentes a los tópicos elegidos: instituciones y publicaciones por año de publicación.



3.1 Detección de NERs en entornos industriales

Cantonnet, Aldasoro e Iradi (2019) realizan un estudio exploratorio en empresas españolas tomando como muestra los datos de ESENER2 referentes a riesgos físicos, y dentro de estos,

la exposición combinada a los riesgos músculo esqueléticos y los psicosociales (ambos considerados como NERs). En dicho estudio los autores confirman que el tamaño de la empresa es uno de los factores que podría condicionar la gestión de los riesgos laborales. Según sus resultados las pequeñas y medianas empresas tienden a identificar NER en menor medida que las grandes empresas, aunque todas las empresas comparten el mismo tipo de limitaciones en la gestión de los NER. Concluyen que la investigación sobre seguridad y salud en el trabajo es crucial para abordar las lagunas presentes en la literatura científica sobre la definición, evaluación y gestión de NERs, y recomiendan un estudio más profundo para identificarlos y controlarlos. Su estudio prevé un aumento en el impacto de los NERs en los lugares de trabajo debido a la introducción de nuevas tecnologías, nuevos materiales, cambios en la organización de las empresas y el mercado laboral, y recomiendan establecer nuevas redes e involucrar a expertos para la identificación de NERs en las empresas españolas. Definen la identificación de NERs como punto de partida para llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo preventivo destinadas a mejorar las condiciones de salud y seguridad. Consideran que los datos de ESENER-2 muestra áreas de buenas prácticas que se han adoptado en algunas empresas en relación con los NERs, pero que se debe seguir trabajando en este campo.

Los primeros resultados disponibles de la tercera encuesta europea de empresas sobre riesgos nuevos y emergentes (ESENER 3) siguen reportando a los TME y los riesgos psicosociales como riesgos importantes y emergentes (Irastorza, 2020).

Actualmente se aplican distintas metodologías para la evaluación de riesgos, tanto impuestas por legislación específica como para aquellos riesgos para los que no existe legislación, y se encuentran registradas en guías específicas (Adriaensen, Decr, & Pintelon, 2019; Brocal et al., 2018; Brocal et al., 2019; Folch-Calvo, Brocal, & Sebastián, 2019; Pasman, Rogers, & Mannan, 2018).

Para la evaluación de riesgos se emplean métodos especializados de análisis o métodos generales, pero no se dispone de suficientes metodologías de análisis que permitan la evaluación y cualificación del riesgo como riesgo nuevo y emergente (NER) (Brocal, Sebastián, & González, 2019; Escande, Proust, & Le Coze, 2016; González-Gaya et al., 2017; Hernández et al., 2018; Mazri, 2017; Reniers, 2007).

Brocal, Sebastián y González (2017) completan la definición de NER dentro de un marco teórico, y proponen una metodología para su cualificación cualitativa para entornos industriales (Brocal, González, & Sebastián, 2018). Dicha metodología de cualificación cualitativa, basada en el standard ISO/IEC 31010:2009, caracteriza un NER definiendo las componentes del riesgo que le definen como riesgo nuevo y emergente. Estos trabajos citados definen qué se entiende por un riesgo emergente, cuando un riesgo puede ser identificado como tal desde un punto de vista cualitativo identificado sus factores, o incluso otros la interrelación de conceptos próximos a la generación de NERs como son industria 4.0, desempeño humano y relación hombre-máquina (Brocal et al., 2019), pero estas aproximaciones no genera una metodología cuantitativa que pueda determinar su nivel de importancia relativa, teniendo en cuenta las característica que lo definen, en relación con otros NERs presentes en el entorno industrial en el que se están produciendo. Los estudios descritos tampoco permiten determinar el nivel de importancia de un determinado NER con relación a la situación actual del entorno industrial en el que se está detectando dicho NERs

Siguiendo el planteamiento marcado por estos estudios y centrando el estudio sobre un determinado riesgo en el sector industrial, Brocal et al. (2017) presentan una propuesta para la evaluación cuantitativa de riesgo emergente por exposición a vibración del sistema mano-brazo. La exposición a vibración del sistema mano-brazo es un factor de gran interés en la

prevención de riesgos en el puesto de trabajo, estando este riesgo identificado como riesgo nuevo y emergente.

La propuesta de Sánchez, González y Brocal (2019) incorpora la incertidumbre en la propuesta metodológica planteada por (Brocal et al., 2017), para la evaluación cuantitativa de riesgo emergente por exposición a vibración del sistema mano-brazo, con la ayuda de un sistema experto implementando mediante lógica difusa (Fuzzy). Dicha propuesta está basada en la definición de riesgo emergente descrita anteriormente, y los principios de matrices de riesgo (Baybutt, 2018; ISO - IEC 31010:2019 - Risk management — Risk assessment techniques, 2019). El método de evaluación relaciona las cualidades emergentes del riesgo con las condiciones marcadas como C2, C4, C5 y C6. La propuesta, define 3 matrices de doble entrada, cuyo resultado final clasifica el ERL en 9 niveles, siendo nivel 1 como ERL nada significativo y 9 como ERL completamente significativo. El modelo fuzzy experto planteado comprende 30 reglas de decisión (funciones lógicas) con un total de 29 funciones de pertenencia de los tipos trapezoidales, gamma, L y triangulares, 4 variables de entrada, dos variables intermedias y una variable de salida (ERL) como nivel de riesgo emergente.

3.2 Trastornos Musculoesqueléticos y NERs en entornos de fabricación.

El informe del observatorio de riesgo europeo (EU-OSHA) (Jan de Kok et al., 2019) publicado en el contexto de la próxima campaña de las condiciones de salud en el trabajo (HWC) 2020-2022 como avance del estudio, con relación al tema de los trastornos musculoesqueléticos relacionado con el trabajo, sigue calificando a los TME como riesgo emergente y como el problema más común en los puestos de trabajo. El estudio, reporta la contribución de los factores de riesgo físicos, organizativos, psicosociales y sociodemográficos en las fuentes de datos disponibles en toda la UE.

El estudio de revisión de Roquelaure (Roquelaure, 2019) muestra que existe amplia evidencia de que ciertas características o antecedentes personales (edad, genética predisposición, etc.) y enfermedades asociadas o comorbilidad (obesidad, diabetes, enfermedades inflamatorias crónicas, etc.) aumentan el riesgo de sufrir TME, aunque su estudio apunta que no deberían ser sobreestimadas. Destaca que las mujeres corren más riesgo de sufrir ciertos TME, como el túnel carpiano síndrome y menos riesgo de sufrir otros TME, como dolor de espalda baja, pero que, sin embargo, es muy complejo determinar si los TME que sufren las trabajadoras puede atribuirse a posibles predisposiciones fisiológicas (antropométrica, hormonal, etc.) o a una mayor exposición al riesgo laboral o factores debidos a la división del trabajo basada en el género. Es importante tener en cuenta que los esfuerzos de prevención en el lugar de trabajo tienen poco o ningún efecto en la mayoría de las características personales. También reporta que la importancia de la actividad física fuera del trabajo (ocio actividades, tareas domésticas) tampoco deben ser sobrestimadas. Aunque la realización en excesivo de actividades de este tipo puede dar lugar a una sobrecarga acumulativa cuando es combinada con sobreesfuerzo ocupacional, si se practican de manera moderada pueden ayudar a prevenir los TME gracias a la activación y acondicionamiento de los tejidos musculoesqueléticos.

Partiendo de la consideración multifactorial denotada por numerosos científicos (Roquelaure, 2019) de que las causas de sufrir un determinado TME pueden ser causados por muchos factores diferentes y combinaciones de ellos, se han desarrollado varios marcos en el pasado para modelar las interrelaciones entre los TME y las posibles causas y consecuencias. Estos modelos se pueden clasificar principalmente en tres grupos principales: modelos biomédicos, modelos biopsicosociales y modelos ergonómicos u organizativos:

- Los modelos biomédicos tienen su fundamento en la investigación sobre biomecánica de tejidos blandos y la neurología. Estos modelos consideran, entre otras cosas, cómo los

TME pueden ser causados por la carga mecánica aplicada a los tejidos musculoesqueléticos.

- Los modelos biopsicosociales van un paso más allá. Consideran no solo factores físicos (biológicos) que pueden dar lugar a TME sino también factores sociales y psicológicos.
- Los modelos ergonómicos u organizativos se basan en modelos biopsicosociales de TME y también tienen en cuenta los factores organizativos.

El modelo biopsicosocial de los TME es significativo porque permite una mejor conceptualización de los fenómenos de cronicidad y discapacidad laboral, ninguno de los cuales está adecuadamente teorizado por el modelo “biomecánico lesional” de los TME. Sin embargo, establecer una oposición entre los modelos biomecánico y psicosocial es innecesario cuando se opera desde una perspectiva de prevención; en cambio, estos modelos deben interpretarse de forma complementaria dentro del marco de un enfoque de prevención integrado. El modelo biomecánico se centra en los factores de riesgo para la incidencia de TME (factores determinantes) que pueden verse influenciados por las medidas de prevención primaria, mientras que el modelo biopsicosocial se concentra principalmente en los factores de cronicidad de los TME o, en otras palabras, los factores pronósticos desde la perspectiva de la prevención terciaria.

Por otro lado, muchos estudios señalan incluso los beneficios de un paradigma de prevención de la discapacidad en términos de prevenir la marginación ocupacional relacionada con TME y mejorar los programas de regreso al trabajo para quienes padecen lesiones musculoesqueléticas (Loisel & Anema, 2013).

Parece que, una intensificación de los esfuerzos para prevenir los riesgos relacionados con TME entre los trabajadores requiere una ampliación de los modelos conceptuales actuales. Esta ampliación tendría que permitir, en primer lugar, obtener una comprensión mayor de las interrelaciones entre los TME, los factores psicosociales y los organizativos en el trabajo y, en segundo lugar, identificar herramientas para la prevención de TME a largo plazo. Las complejas interrelaciones entre el dolor y las lesiones musculoesqueléticas, los mecanismos de estrés biopsicosocial y la angustia psicológica todavía son poco conocidas. Como Roquelaure señala, parece evidente que las principales instituciones de investigación europeas deben realizar estudios para obtener una base científica sólida no solo para evaluar y prevenir los TME, sino también incluso para prevenir los riesgos psicosociales en el trabajo. Los resultados descritos identifican a los TME como un riesgo emergente.

3.3 Métodos de valores de riesgo de desarrollo de un TME

Los distintos modelos planteados para explicar las interrelaciones entre los TME y las posibles causas y consecuencias han dado lugar a números métodos de valoración. Como propone Winkel (Winkel & Mathiassen, 1994) la exposición mecánica (carga física) durante el trabajo físico se describe principalmente mediante 3 variables: el nivel (intensidad de la fuerza), repetitividad (frecuencia de los cambios de nivel de la fuerza) y la duración de la fuerza. Cualquier método de valoración aceptable debe tener estas variables consideradas.

Junto al factor de riesgo carga física, los modelos planteados consideran incluir otros factores como son la vibración, variación de la postura, grados de movimientos, factores psicosociales y organizacionales. Diversos autores han clasificados los distintos métodos de valoración

postural existentes. La tabla 1 resumen las distintas clasificaciones encontradas en la bibliografía científica.

Tabla 1. Clasificaciones métodos de valores de riesgo de desarrollo de un TME

Clasificación	Referencia
Encuestas de autovaloración, Métodos Directos en Indirectos	Li & Buckle, 1999; Sanchez, García, & Manzanedo, 2007
Según campo de aplicación y valoración del área del cuerpo o variable medida	Burgess-limerick, 2003; Macdonald & Oakman, 2015
Métodos de observación “computerizados” o manuales , duales o multifactoriales y sistemas experto	Laring et al., 2005
Lista de verificación y modelos matemáticos	De la Vega, 2005
Objetivos y subjetivos	Rescalvo, 2004; You & Kwon, 2005
Listas de comprobación, métodos cuantitativos, métodos subjetivos	Hunter, 2001
Observación, cuestionarios, Directos, Subjetivos, Basados en video Análisis, y multidisciplinarios	Chaikumarn, 2005
Encuestas de autovaloración, Métodos Directos e Indirectos	David, 2005; Li & Buckle, 1999 Neumann, 2006

Dempsey McGorry y Maynard (2005) realizaron una encuesta para responder a la pregunta de qué herramientas de medida, enfoques de medición directa basados en instrumentación, y métodos de evaluación estructurados basados en la observación utilizaban ergonomistas profesionales certificados de EE. UU. Sus resultados mostraron que un alto porcentaje de ergónomos usaban herramientas básicas como cintas métricas y cámaras digitales, así como

un amplio uso de métodos observacionales. También pudieron ver que los métodos directos más complejos (técnicas de medición directa) tenían baja utilización.

La encuesta publicada en 2019 (Lowe, Dempsey, & Jones, 2019) como seguimiento de la encuesta de Dempsey (2005) muestra como métodos de estimación directa más utilizados los que refleja la tabla 2.

El estudio de los distintos métodos observacionales sigue teniendo un gran interés (Takala et al., 2010) (Micheli & Marzorati, 2018).

Tabla 2. Métodos de estimación directa del riesgo de desarrollo de un TME más utilizados

Método	Referencia
RULA	McAtamney & Nigel Corlett, 1993
REBA	Hignett & McAtamney, 2000
Índice de tensión (SI)	Steven Moore & Garg, 1995
OWA	Karhu, Kansil, & Kuorinka, 1977
OCRA	Occhipinti, Colombini, & Occhipinti, 2008
Ecuación NIOSH	Waters, Baron, & Kemmlert, 1998

3.4 Instrumentación para la medida de las variables de riesgos en el desarrollo de TME

Una revisión (Smith & Sheehan, 2018) de las distintas metodologías para estudiar el movimiento humano, con un enfoque en la precisión, ventajas y limitaciones, clasifica las técnicas como invasivas y no invasivas. Su estudio denota las técnicas más invasivas como las más precisas (pines intracorticales), describiendo técnicas como el análisis de movimiento con fluoroscopia de rayos X y la tomografía computarizada.

Las técnicas no invasivas, más adecuadas para su utilización en entornos de producción, se resumen en la tabla 3.

Junto a los sistemas más básicos, la posición, velocidad, aceleración, y frecuencia son factores que pueden ser medidos mediante un sistema de captura de movimiento (Cappozzo, 2018; Beth et al., 2019; Zhou et al., 2008). Estos factores pueden ser integrado dentro de un modelo biomecánico o un modelo humano digital para permitir el cálculo de la carga física (Arenas Reina et al., 2010; Duffy, 2016; García-García et al., 2013; García-García et al., 2013b; Paul & Scataglini, 2019).

Las cargas físicas soportadas por el trabajador y las malas posturas han demostrado ser una causa directa de TME (Burdorf, van Riel, & Brand, 1997; Heneweer et al., 2011; Ketola, 2004), pero cada vez hay más estudios que incluyen los factores de riesgo psicosociales (tensión en el trabajo, alta demanda psicológica, inseguridad, poco poder de decisión en el trabajo, etc)

como una causa influyente en el desarrollo de TME (Ariëns et al., 2001; P. Bongers, Kremer, & ter Laak, 2002; Bongers et al., 1993). Aunque muchas empresas utilizan cuestionarios para evaluar los factores psicosociales de sus empleados, cada vez hay más estudios que tratan de obtener una evaluación más objetiva mediante la medida de diferentes variables fisiológicas utilizando sensores (Healey & Picard, 2005). Una reciente revisión (Stefana, 2021) pone de manifiesto el incremento de uso de dispositivos para llevar puesto, y su gran potencial para el uso en la detección de riesgos y la mejora de la condiciones de trabajo como herramientas que permiten evaluar los factores de riesgo que pueden evaluar las distintas metodologías.

Tabla 3. Instrumentación para la medida de los factores de riesgos en el desarrollo de TME

Instrumentación	Variable principal a medir	Referencia
Goniometría	Posición	Bell & Stigant, 2008 Singh, et al., 2012
Marcadores mecánicos	Posición	Araújo, et al., 2011 Hesse, et al., 2004
Marcadores ópticos	Posición	Seaman & McPhee, 2012; Selbie & Brown, 2018 Guo et al., 2011
Marcadores electromagnéticos	Posición	Morphett, Crawford, & Lee, 2003
Marcadores inerciales	Posición	Cereatti, et al., 2018 Chardonens et al., 2012
Electromiografía de superficie	Estrés/Tensión muscular	Hägg, Luttmann, & Jäger, 2000 Punnett & Wegman, 2004.
Termografía Infrarroja	Estrés/Tensión muscular	Lasanen et al., 2018

3.5 Nuevas tecnologías y NERs en entornos de fabricación.

Es importante destacar el impacto que las nuevas tecnologías están teniendo en los puestos de trabajo actuales. Numerosas actividades se han automatizado o se están empezando a automatizar no solo con la ayuda de robot convencionales, sino también con la ayuda de robot colaborativos (El Zaatari et al., 2019) y sistemas robóticos de asistencia a la tareas (Karvouniari, et al., 2018) que están modificando el entorno de trabajo. Esta modificación, en ocasiones justificada por la eliminación de la carga o la eliminación de una postura no ergonómica (Vasconez, Kantor, & Auat Cheein, 2019; Jiang & Cheng, 1990; Koch et al., 2018) están en algunos casos provocando nuevos riesgos de seguridad y nuevos riesgos

ergonómicos emergentes que la ingeniería tiene que tener presente en el diseño del proceso, máquinas y sistemas de producción (Maurice, et al., 2013; Peters and Wischniewski, 2019) (Moore, 2019; van den Broek, 2017; Fletcher et al., 2019; Moyon, Poirson, & Petiot, 2018).

Un reciente estudio sobre prevención de riesgos en el uso de exoesqueletos en el entorno laboral realizado en España dentro del proyecto R-Evolución industrial muestra los principales riesgos detectados por la utilización de estas tecnologías. Denota como retos y desafíos más importantes aún por abordar los TME y los riesgos psicológicos (R-Evolución Industrial, 2019). Estos elementos no están considerados como EPI por la Unión Europea, pero como se están utilizando en las empresas el uso del exoesqueleto debe integrarse en la evaluación de riesgos, donde se analizan sus potenciales impactos y definen las medidas de prevención correspondientes.

Las tecnologías digitales emergentes de la Industria 4.0 centradas en la aplicabilidad de Internet de las cosas (IoT), Realidad virtual (VR) y Realidad aumentada (AR) demandan un aumento de la automatización y de la formación del personal en áreas industriales (Kerin & Pham, 2019; Dwivedi et al., 2019), siendo importante acompañar los esfuerzos en la puesta a punto del manejo preventivo de la salud y seguridad en el lugar de trabajo en estas nuevas condiciones, y no perder así el camino previo que ya se ha andado en la gestión y el control del riesgo (Badri, Boudreau-Trudel, & Souissi, 2018).

Por otra parte, el uso de los avances tecnológicos descritos junto con el desarrollo de metodologías centradas en el usuario (Lockton, Harrison, & Stanton, 2010) pueden ser una ayuda para el diseño del producto y del sistema como herramienta para influir en el comportamiento del usuario, ofreciendo potencial para mejorar el rendimiento y reducir el error del usuario. En este sentido, los análisis bibliográficos sobre trabajos de investigación en seguridad muestran un interés importante no solo hacia los aspectos técnicos sino también a los aspectos más humanos de los procesos (van Nunen, et al., 2018).

4. Conclusiones

Los estudios consultado permiten extraer las siguientes conclusiones:

- Existe una metodología sistemática para la identificación de riesgos nuevos y emergentes.
- Existen pocas metodología que permitan evaluar el nivel de un riesgo como riesgo nuevo y/o emergente.
- Alguno de los estudios presentados permite evaluar el nivel de importancia de un riesgo como NER para una determinada tipología de riesgo. En este sentido, la propuesta metodológica de Sanchez, González y Brocal (2019) podría ser extendida a otro tipo de riesgos para la evaluación de su nivel como riesgo emergente, mediante la incorporación de la variable adecuada como nivel de severidad en sustitución de la variable A(8).
- La bibliografía científica denota la importancia de la presencia en entornos de fabricación de los TME y las nuevas tecnologías como NERs, así como su detección y estudio.
- El desarrollo de una metodología de valoración ergonómica para la valoración del riesgo a sufrir un TME asociado a las condiciones de trabajo desde un punto de vista multifactorial, es un tema parcialmente resuelto, de actualidad e interés para trabajadores, empresas e instituciones en general.
- En general, el trabajo de los investigadores se enfoca a disponer de técnicas que permitan capturar los parámetros, y realizar estudios y metodologías de evaluación que distingan qué condiciones de esos parámetros pueden producir NERs. Puede haber una gran

oportunidad para que las tecnologías mejoren la captura de datos de síntomas/factores de riesgo musculoesqueléticos como parte de las evaluaciones ergonómicas.

- Es necesario realizar más estudios comparativos entre los métodos más utilizados y los de nuevo desarrollo y, de este modo, poder elegir el más adecuado para cada estudio y/o profundizar en el desarrollo de los existentes.

5. Referencias

- Adriaensen, A., Decr, W., & Pintelon, L. (2019). Can Complexity-Thinking Methods Contribute to Improving Occupational Safety in Industry 4.0? A Review of Safety Analysis Methods and Their Concepts.
- Araújo, R., Junior, F., Rocha, D., Sono, T., & Pinotti, M. (2011). Effects of Intensive Arm Training With an Electromechanical Orthosis in Chronic Stroke Patients: A Preliminary Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92, 1746–1753. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.05.021>
- Arenas Reina, J., García García, M., Sebastián Pérez, M., & Sánchez Lite, A. (2010). Diseño de sistemas productivos y mejora de su eficiencia mediante técnicas de realidad virtual. Dirección y Organización: Revista de Dirección, Organización y Administración de Empresas, 0(40), 60–66.
- Badri, A., Boudreau-Trudel, B., & Souissi, A. S. (2018). Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern? *Safety Science*, 109(June), 403–411. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.06.012>
- Baybutt, P. (2018). Guidelines for designing risk matrices. *Process Safety Progress*, 37(1), 49–55. <https://doi.org/10.1002/prs.11905>
- Bell, J. A., & Stigant, M. (2008). Validation of a fibre-optic goniometer system to investigate the relationship between sedentary work and low back pain. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38(11), 934–941. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ergon.2008.02.005>
- Beth, T., Boesnach, I., Haimerl, M., Moldenhauer, J., Bös, K., & Wank, V. (2019). Characteristics in human motion—From acquisition to analysis.
- Bongers, P., Kremer, A., & ter Laak, J. (2002). Are psychosocial factors, risk factors for symptoms and signs of the shoulder, elbow, or hand/wrist?: A review of the epidemiological literature. *American Journal of Industrial Medicine*, 41, 315–342. <https://doi.org/10.1002/ajim.10050>
- Bongers, P. M., de Winter, C. R., Kompier, M. A. J., & Hildebrandt, V. H. (1993). Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 19(5), 297–312. Obtenido el 17 de abril de 2021 de <http://www.jstor.org/stable/40966152>
- Brocal, F., González, C., Komljenovic, D., Katina, P. F., & Sebastián, M. A. (2019). Emerging Risk Management in Industry 4.0: An Approach to Improve Organizational and Human Performance in the Complex Systems. *Complexity*, 2019, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2019/2089763>

- Brocal, F., González, C., & Sebastián, M. A. (2018). Technique to identify and characterize new and emerging risks: A new tool for application in manufacturing processes. *Safety Science*, 109, 144–156. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2018.05.005>
- Brocal, F., González, C., Sebastián, M. A., Reniers, G. L. L., Paltrinieri, N., González, C., ... Paltrinieri, N. (2018). Standardized risk assessment techniques: A review in the framework of occupational safety. In *Safety and Reliability – Safe Societies in a Changing World* (pp. 2889–2895). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351174664-362>
- Brocal, F., Sánchez, A., González, C., Fuentes, J. L., & Sebastián, M. A. (2017). Proposed methodology for the study of the level of emerging risk from exposure to hand-arm vibrations in manufacturing environments. *Procedia Manufacturing*, 13, 1373–1380. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.09.141>
- Brocal, F., Sebastián, M. A., & González, C. (2017). Theoretical framework for the new and emerging occupational risk modeling and its monitoring through technology lifecycle of industrial processes. *Safety Science*, 99, 178–186. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2016.10.016>
- Brocal, Francisco, González, C., Reniers, G., Cozzani, V., & Sebastián, M. A. (2019). Risk Management of Hazardous Materials in Manufacturing Processes : Links and Transitional Major Accidents. *Materials*, 1–23. <https://doi.org/10.3390/ma11101915>
- Brocal, Francisco, Sebastián, M. A., & González, C. (2019). Advanced Manufacturing Processes and Technologies. *Management of Emerging Public Health Issues and Risks*, 31–64. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813290-6.00002-0>
- Burdorf, A., van Riel, M., & Brand, T. (1997). Physical Load as Risk Factor for Musculoskeletal Complaints Among Tank Terminal Workers. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 58(7), 489–497. <https://doi.org/10.1080/15428119791012586>
- Burgess-limerick, R. (2003). Issues associated with force and weight limits and associated threshold limit values in the physical handling work environment.
- Cantonnet, M. L., Aldasoro, J. C., & Iradi, J. (2019). New and emerging risks management in small and medium-sized Spanish enterprises. *Safety Science*, 113(November 2018), 257–263. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.11.032>
- Cappozzo, A. (2018). Observing and Revealing the Hidden Structure of the Human Form in Motion Throughout the Centuries BT - *Handbook of Human Motion* (pp. 3–15). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14418-4_199
- Cereatti, A., Della Croce, U., & Sabatini, A. M. (2018). Three-Dimensional Human Kinematic Estimation Using Magneto-Inertial Measurement Units BT - *Handbook of Human Motion* (pp. 221–244). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14418-4_162
- Chaikumarn, M. (2005). *Ergonomic Evaluation of Technology Change at Work and Its Effects on Health*. Luleå University of Technology.

- Chardonens, J., Favre, J., Cuendet, F., Gremion, G., & Aminian, K. (2012). A system to measure the kinematics during the entire ski jump sequence using inertial sensors. *Journal of Biomechanics*, 46.
<https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2012.10.005>
- David, G. C. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine*, 55(3), 190–199.
<https://doi.org/10.1093/occmed/kqi082>
- De la Vega Bustillos M.C. (2005). Lista de Verificación, Métodos y Modelos Matemáticos para Evaluación Ergonómica de Ambientes de Trabajo. Segunda Parte.
- Dempsey, P. G., McGorry, R. W., & Maynard, W. S. (2005). A survey of tools and methods used by certified professional ergonomists. *Applied Ergonomics*, 36(4), 489–503.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.01.007>
- Duffy, V. (2016). Handbook of Digital Human Modeling. Research for Applied Ergonomics and Human Factors Engineering. Boca Raton: CRC Press. Obtenido el 17 de abril de 2021 de <https://doi.org/10.1201/9781420063523>
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., ... Williams, M. D. (2019). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>
- El Zaatari, S., Marei, M., Li, W., & Usman, Z. (2019). Cobot programming for collaborative industrial tasks: An overview. *Robotics and Autonomous Systems*, 116, 162–180.
<https://doi.org/10.1016/j.robot.2019.03.003>
- Escande, J., Proust, C., & Le Coze, J. C. (2016). Limitations of current risk assessment methods to foresee emerging risks: Towards a new methodology? *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 43, 730–735.
<https://doi.org/10.1016/j.jlp.2016.06.008>
- Fletcher, S. R., Johnson, T., Adlon, T., Larreina, J., Casla, P., Parigot, L., ... Otero, M. del M. (2019). Adaptive automation assembly: Identifying system requirements for technical efficiency and worker satisfaction. *Computers & Industrial Engineering*, 105772.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.03.036>
- Folch-Calvo, M., Brocal, F., & Sebastián, M. A. (2019). New risk methodology based on control charts to assess occupational risks in manufacturing processes. *Materials*, 12(22).
<https://doi.org/10.3390/ma12223722>
- García-García, M., Sánchez-Lite, A., Camacho, A. M., & Domingo, R. (2013). Analysis of postural assessment methods and virtual simulation tools into manufacturing engineering. *DYNA (Colombia)*, 80(181).
- García-García, M., Sánchez-Lite, A., Onecha, J., & Domingo, R. (2013b). Ergonomic applications at the early industrial process engineering design stages. *Dyna (Spain)*, 88(5).

- González-Gaya, C., Fuentes-Bargues, J. L., Brocal-Fernández, F., Sánchez-Lite, A., & Sebastián-Pérez, M. A. (2017). Approach to identification and characterization of the new and emerging risks associated with Industrial Green Building. *Procedia Manufacturing*, 13, 1365–1372.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.123>
- Guo, L.-Y., Yang, C.-C., Yang, C.-H. R., Hou, Y.-Y., Chang, J.-J., & Wu, W.-L. (2011). The Feasibility of Using Electromagnetic Motion Capture System to Measure Primary and Coupled Movements of Cervical Spine. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 31, 245–254. <https://doi.org/10.5405/jmbe.721>
- Hägg, G. M., Luttmann, A., & Jäger, M. (2000). Methodologies for evaluating electromyographic field data in ergonomics. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00022-5](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00022-5)
- Healey, J., & Picard, R. (2005). Detecting Stress During Real-World Driving Tasks Using Physiological Sensors. *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions On*, 6, 156–166. <https://doi.org/10.1109/TITS.2005.848368>
- Heneweer, H., Staes, F., Aufdemkampe, G., van Rijn, M., & Vanhees, L. (2011). Physical activity and low back pain: a systematic review of recent literature. *European Spine Journal*, 20(6), 826–845. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1680-7>
- Hernández, L. G. S., Hogendoorn, E. A., Bakker, J., Broekhuizen, F. A. Van, Palmen, N. G. M., Bruin, Y. en De, ... Traas, T. P. (2018). An approach to identify, prioritise and provide regulatory follow-up actions for new or emerging risks of chemicals for workers, consumers and the environment. *International Journal of Risk Assessment and Management*, 21(3), 248.
<https://doi.org/10.1504/IJRAM.2018.093763>
- Hesse, S., Schmidt, H., Werner, C., & Bardeleben, A. (2004). Upper and lower extremity robotic devices for rehabilitation and for studying motor control. *Current Opinion in Neurology*, 16, 705–710.
<https://doi.org/10.1097/01.wco.0000102630.16692.38>
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)
- Hunter, S. L. (2001). Ergonomic evaluation of manufacturing system designs. *Journal of Manufacturing Systems*, 20(6), 429–444.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0278-6125\(01\)80062-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0278-6125(01)80062-5)
- Irastorza, X. (2020). Third European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER 3) Main findings.
- ISO - IEC 31010:2019 - Risk management — Risk assessment techniques. Obtenido el 17 de abril de 2021 de <https://www.iso.org/standard/72140.html>
- Jan de Kok, Paul Vroonhof, Jacqueline Snijders, Georgios Roullis, Martin Clarke, Kees Peereboom, Pim van Dorst, I. I. (2019). Work-related musculoskeletal disorders : prevalence , costs and demographics in the EU. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2802/66947>

- Jiang, B. C., & Cheng, O. S. H. (1990). A procedure analysis for robot system safety. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 6(2), 95–117. [https://doi.org/10.1016/0169-8141\(90\)90016-U](https://doi.org/10.1016/0169-8141(90)90016-U)
- Karhu, O., Kansilä, P., & Kuorinka, I. (1977). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, 8(4), 199–201. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0003-6870\(77\)90164-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0003-6870(77)90164-8)
- Karvouniari, A., Michalos, G., Dimitropoulos, N., & Makris, S. (2018). An approach for exoskeleton integration in manufacturing lines using Virtual Reality techniques. *Procedia CIRP*, 78(i), 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.08.315>
- Kerin, M., & Pham, D. T. (2019). A review of emerging industry 4.0 technologies in remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117805. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117805>
- Ketola, R. (2004). Physical workload as a risk factor for symptoms in the neck and upper limbs: Exposure assessment and ergonomic intervention. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3(September 2003), 1–46.
- Koch, T., Fechter, M., Oberer-Treitz, S., & Soltani, B. (2018). Development of a Balanced Decoupling Unit for a Safe Automated Screwing Process during Human-Robot Cooperation. *Procedia CIRP*, 72, 75–80. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.112>
- Laring, J., Christmansson, M., Kadefors, R., & Örtengren, R. (2005). ErgoSAM: A preproduction risk identification tool. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 15(3), 309–325. <https://doi.org/10.1002/hfm.20028>
- Lasanen, R., Malo, M. K. H., Airaksinen, O., Karhu, J., Töyräs, J., & Julkunen, P. (2018). Infrared thermography reveals effect of working posture on skin temperature in office workers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 24(3), 457–463. <https://doi.org/10.1080/10803548.2017.1336299>
- Lockton, D., Harrison, D., & Stanton, N. A. (2010). The Design with Intent Method: A design tool for influencing user behaviour. *Applied Ergonomics*, 41(3), 382–392. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apergo.2009.09.001>
- Loisel P. & Anema J. (2013) *Handbook of work disability: prevention and management*, New York, Springer
- Lowe, B. D., Dempsey, P. G., & Jones, E. M. (2019). Ergonomics assessment methods used by ergonomics professionals. *Applied Ergonomics*. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102882>
- Maurice, P., Measson, Y., Padois, V., & Bidaud, P. (2013). Assessment of physical exposure to musculoskeletal risks in collaborative robotics using dynamic simulation. In V. Padois, P. Bidaud, & O. Khatib (Eds.), *CISM International Centre for Mechanical Sciences, Romansy 19 - Robot Design, Dynamics and Control* (Vol. 544, pp. 325–332). Springer Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1379-0_40

- Mazri, C. (2017). (Re) Defining Emerging Risks. *Risk Analysis*, 37(11), 2053–2065.
<https://doi.org/10.1111/risa.12759>
- McAtamney, L., & Nigel Corlett, E. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)
- Moore, P. V. (2019). Osh and the Future of Work : BENEFITS AND RISKS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN WORKPLACES, 1–18
- Morphett, A., Crawford, C., & Lee, D. (2003). The use of electromagnetic tracking technology for measurement of passive cervical range of motion: A pilot study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 26, 152–159.
[https://doi.org/10.1016/S0161-4754\(02\)54107-5](https://doi.org/10.1016/S0161-4754(02)54107-5)
- Moyon, A., Poirson, E., & Petiot, J. F. (2018). Experimental study of the physical impact of a passive exoskeleton on manual sanding operations. *Procedia CIRP*, 70, 284–289.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.028>
- Neumann, P., Och, S., & B2, E. (2006). Inventory of Tools for Ergonomic Evaluation. *Arbetslivsrapport Nr* (Vol. 21). Obtenido el 17 de abril de 2021 de http://ludivine.mas.free.fr/ressources/neumann_tools_intervention.pdf%0Aapers2://publication/uuid/28EA2461-2DE6-42F7-8CA6-35DA6087C196
- Occhipinti, E., Colombini, D., & Occhipinti, M. (2008). [Odra Method: development of a new procedure for analysis of multiple tasks subject to infrequent rotation]. *La Medicina Del Lavoro*, 99(3), 234–241. Obtenido el 17 de abril de 2021 de <http://europepmc.org/abstract/MED/18689095>
- Pasman, H. J., Rogers, W. J., & Mannan, M. S. (2018). How can we improve process hazard identification? What can accident investigation methods contribute and what other recent developments? A brief historical survey and a sketch of how to advance. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 55(April), 80–106.
<https://doi.org/10.1016/j.jlp.2018.05.018>
- Paul, G., & Scataglini, S. (2019). Chapter 17 - Open-source software to create a kinematic model in digital human modeling. In S. Scataglini & G. B. T.-D. H. M. and P. Paul (Eds.) (pp. 201–213). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816713-7.00017-9>
- Peters, M. and Wischniewski, S. (2019). THE IMPACT OF USING EXOSKELETONS ON OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH
- Punnett, L., & Wegman, D. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate. *Journal of Electromyography and Kinesiology : Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 14, 13–23.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.015>
- R-Evolución Industrial. (2019). EXOESQUELETOS EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. Valencia. Obtenido el 17 de abril de 2021 de <http://www.prlcuatropuntocero.es>

- Reniers, G. (2007). Operations research methods in preventing domino accidents in the chemical process industry. 4OR, 5(3), 265–268. <https://doi.org/10.1007/s10288-006-0031-3>
- Rescalvo, F. (2004). Ergonomía y Salud. (J. de C. y León, Ed.). Valladolid.
- Roquelaure, Y. (2019). Musculoskeletal Disorders and Psychosocial Factors at Work. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3316143>
- Sanchez, A., García, M., & Manzanedo, M. (2007). Métodos de evaluación y herramientas aplicadas al diseño y optimización ergonómica de puestos de trabajo. Quality, Health & Safety at Work and Environment, 239–250. Obtenido el 17 de abril de 2021 de <http://www.adingor.es/congresos/web/articulo/detalle/a/636>
- Sánchez, A., González, C., & Brocal, F. (2019). Assessment of emerging risk level by occupational exposure to hand-arm vibrations: Approach under uncertainty conditions. Safety Science, 114, 140–147. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.01.002>
- Singh, H. P., Dias, J. J., Slijper, H., & Hovius, S. (2012). Assessment of Velocity, Range, and Smoothness of Wrist Circumduction Using Flexible Electrogoniometry. The Journal of Hand Surgery, 37(11), 2331–2339. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2012.08.025>
- Smith, R. M., & Sheehan, F. T. (2018). Cross-Platform Comparison of Imaging Technologies for Measuring Musculoskeletal Motion BT - Handbook of Human Motion (pp. 135–156). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14418-4_194
- Stefana, E., Marciano, F., Rossi, D., Cocca, P., & Tomasoni, G. (2021). Wearable Devices for Ergonomics: A Systematic Literature Review. Sensors, 21, 777. <https://doi.org/10.3390/s21030777>
- Steven Moore, J., & Garg, A. (1995). The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs For Risk of Distal Upper Extremity Disorders. American Industrial Hygiene Association Journal, 56(5), 443–458. <https://doi.org/10.1080/15428119591016863>
- Takala, E.-P., Pehkonen, I., Forsman, M., Hansson, G.-A., Mathiassen, S. E., Neumann, W. P., ... Winkel, J. (2010). Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 36(1), 3–24. <https://doi.org/10.5271/sjweh.2876>
- van den Broek, E. L. (2017). ICT: Health's best friend and worst enemy? HEALTHINF 2017 - 10th International Conference on Health Informatics, Proceedings; Part of 10th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies, BIOSTEC 2017, 5, 611–616. <https://doi.org/10.5220/0006345506110616>
- van Nunen, K., Li, J., Reniers, G., & Ponnet, K. (2018). Bibliometric analysis of safety culture research. Safety Science, 108(June 2017), 248–258. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.08.011>

- Vasconez, J. P., Kantor, G. A., & Auat Cheein, F. A. (2019). Human–robot interaction in agriculture: A survey and current challenges. *Biosystems Engineering*, 179, 35–48. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.12.005>
- Waters, T. R., Baron, S. L., & Kemmlert, K. (1998). Accuracy of measurements for the revised NIOSH lifting equation. *Applied Ergonomics*, 29(6), 433–438. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(98\)00015-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0003-6870(98)00015-5)
- Winkel, J., & Mathiassen, S. E. (1994). Assessment of physical work load in epidemiologic studies: concepts, issues and operational considerations. *Ergonomics*, 37(6), 979–988. <https://doi.org/10.1080/00140139408963711>
- Zhou, H. Stone, T. Hu, H. Harris, N. (2008). Use of multiple wearable inertial sensors in upper limb motion tracking. *Medical Engineering & Physics*, 30(1), 123–133 workstation by computer-aided three-dimensional interactive application. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 23(2), 169–174. <https://doi.org/10.1080/10803548.2016.1196997>

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

