



ESPECIALIZACIÓN EN ERGONOMIA

ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES ERGONÓMICAS RESPECTO A
USO DE EXOSQUELETOS EN SECTORES INDUSTRIALES
RELEVANTES (MINERO ENERGÉTICO, MANUFACTURA Y MILITAR).

JHONNY ANDRES CORTES MENDEZ

ESTEBAN MEJIA NAVARRO



Universidad[®]
Católica
de Manizales

VIGILADA Mineducación

Obra de Iglesia
de la Congregación



Hermanas de la Caridad
Dominicas de La Presentación
de la Santísima Virgen

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
especialista en Ergonomía

Asesor

Paula Andrea Peña López ¹

Autores:

Johnny Andrés Cortes Méndez

Esteban Mejía Navarro

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES

ESPECIALIZACION EN ERGONOMIA

MANIZALES

2024

¹ ORCID: 0000-0001-9917-9474

CONTENIDO

Contenido

1.INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	5
2.RESUMEN	5
2.1 INTRODUCCIÓN	6
2.2 OBJETIVO GENERAL	6
2.3 METODOLOGÍA	6
2.4 RESULTADOS.....	7
3.ABSTRACT	7
4.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
4.1 PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA, NECESIDAD U OPORTUNIDAD	9
4.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
4.1.2 NECESIDAD	9
4.2 JUSTIFICACION DE LA INTERVENCION:.....	10
4.3 OBJETIVOS.....	11
4.3.1 OBJETIVO GENERAL	11
4.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICO	11
4.4 METODOLOGIA	12
4.4.3 Proceso Metodológico:	12
4.4.4 Material revisado y clasificado:.....	12
4.4.5 Criterios para la selección del material:.....	12
4.4.6 TIPO DE ESTUDIO:	13
4.4.7 INSTRUMENTO.....	13
5.DESARROLLO DEL PROYECTO Y RESULTADOS	13
CONCEPTO ERGONOMICO:	15
Tipos de Exoesqueletos:	16
5.2.1 Exoesqueletos pasivos e industria aplicable:	16
5.2.2 Exoesqueletos Activos e industria aplicable:.....	17
5.2.3 Exoesqueletos cuasi pasivos e industria aplicable:	17

6. CONCLUSIONES:.....	23
7.ANEXOS.....	24
7.1 FICHAS TECNICAS ARTICULOS:.....	24
8 BIBLIOGRAFÍA.....	74

LISTA DE TABLAS:

Tabla 1 – Consolidado de Revisión Bibliográfica:

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Título: ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES ERGONÓMICAS RESPECTO A USO DE EXOESQUELETOS EN SECTORES INDUSTRIALES RELEVANTES (MINERO ENERGÉTICO, MANUFACTURA Y MILITAR).

Investigadores:

Johnny Andrés Cortes Méndez

Esteban Mejía Navarro

Línea de Investigación: Administración en Salud

Programa de Posgrado al que se articula: Especialización en Ergonomía

Lugar de Ejecución del Proyecto: Universidad Católica de Manizales

Ciudad: Manizales - Caldas

Duración del Proyecto (periodos académicos): Dos

2. RESUMEN

2.1 INTRODUCCIÓN

El esfuerzo físico está ligado al desarrollo de todo tipo de actividad laboral, tanto en el área industrial como para la construcción de infraestructura minero-energética, de obra civil, manufactura y en el ámbito militar. La probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos es alta; y es allí donde el concepto ergonómico referente al uso de exoesqueletos industriales aporta soluciones que pueden considerarse positivas para la prevención de enfermedades surgidas por desórdenes musculoesqueléticos.

Es por ello, que se decide indagar sobre la efectividad en el uso de los diversos tipos de exoesqueletos existentes en el mercado, evaluando desde sus tipos, activo y pasivo los cuales tienen la capacidad de mejorar la eficiencia y reducir la fatiga, el consumo energético y prevenir trastornos musculoesqueléticos, dentro de los ambientes donde se labora; pero es crucial también, considerar la adaptabilidad de estos a los diferentes usuarios aplicando el diseño universal en cuanto a flexibilidad, tolerancia al error incluyendo límites que prevengan sobreesfuerzos por encima de sus capacidades estructurales.

La adaptabilidad a la interfaz hombre-máquina se considera crucial para evitar posibles riesgos ergonómicos al realizar esfuerzos mayores que los que antes se podían realizar por el operario sin incluir ayudas mecánicas externas, lo que deja al descubierto un espacio para el abuso y el exceso de confianza por parte de los operarios o usuarios finales.

2.2 OBJETIVO GENERAL

Generar un concepto ergonómico respecto al uso de exoesqueletos en trabajadores de industrias relevantes, mediante la revisión bibliográfica de estudios, artículos científicos y análisis de las implementaciones de esta tecnología aplicada en campo, para la determinación de equipos adecuados para la necesidad operativa de cada tipo de industria.

2.3 METODOLOGÍA

Se realiza una revisión de la bibliografía de literatura científica y para ello fueron consultadas las siguientes bases de datos con este tipo de contenidos: Scielo, Google académico, Scopus y EBSCO; empleándose frases claves que formaron parte integral del desarrollo de la presente investigación, las cuales son:

Uso de exoesqueletos industriales, impactos de exoesqueletos industriales, desórdenes musculoesqueléticos, impactos ergonómicos en los usuarios de exoesqueletos industriales; donde cada uno de los artículos más relevantes fueron sometidos a un análisis y depuración en grado de aporte al desarrollo al proyecto.

Se trabajó con 39 artículos y de los cuales 25 de ellos se integraron para dar paso a los resultados. De los cuales, catorce (14) de ellos no tenían un aporte tan directo frente al objetivo buscado.

2.4 RESULTADOS

Se identificó que los tipos de exoesqueletos existentes en el mercado son de tipo activo y pasivo, y que pueden tener mayor aceptación según el tipo de industria y las condiciones ambientales en que se labora; adicional se encuentra aportes en su integración desde el contexto ergonómico.

3. ABSTRACT

INTRODUCTION

Physical effort is linked to the development of all types of work activity, both in the industrial area and for the construction of mining-energy infrastructure, civil works, manufacturing and in the military field. The probability of developing musculoskeletal disorders is high; and it is there where the ergonomic concept regarding the use of industrial exoskeletons provides solutions that can be considered positive for the prevention of diseases arising from musculoskeletal disorders.

For this reason, it was decided to investigate the effectiveness of the use of the various types of exoskeletons on the market, evaluating their types, active and passive, which have the ability to improve efficiency and reduce fatigue, energy consumption. and prevent musculoskeletal disorders, within the environments where they work; But it is also crucial to consider their adaptability to different users by applying universal design in terms of flexibility, tolerance to error, including limits that prevent overstressing above their structural capacities.

Adaptability to the human-machine interface is considered crucial to avoid possible ergonomic risks when making greater efforts than those that could previously be made by

the operator without including external mechanical aids, which leaves room for abuse and excess of trust on the part of operators or end users.

GENERAL OBJECTIVE

- Generate an ergonomic concept regarding the use of exoskeletons in workers in relevant industries, through a bibliographic review of studies, scientific articles and analysis of the implementations of this technology applied in the field, to determine appropriate equipment for the operational need of each type. of industry.

METHODOLOGY

- A review of the bibliography of scientific literature is carried out and for this the following databases with this type of content were consulted: Scielo, Google academic, Scopus and EBSCO; using key phrases that were an integral part of the development of this research, which are:

Use of industrial exoskeletons, impacts of industrial exoskeletons, musculoskeletal disorders, ergonomic impacts on users of industrial exoskeletons; where each of the most relevant articles were subjected to analysis and purification in terms of contribution to the development of the project.

We worked with 39 articles and of which 25 of them were integrated to give rise to the results. Of which, fourteen (14) of them did not have such a direct contribution to the desired objective.

RESULTS

- It was identified that the types of exoskeletons existing on the market are active and passive, and that they may have greater acceptance depending on the type of industry and the environmental conditions in which they work; Additional contributions are found in its integration from the ergonomic context.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA, NECESIDAD U OPORTUNIDAD

4.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La búsqueda constante de la evolución y automatización en los puestos de trabajo enfocados a la disminución de sobreesfuerzos y manipulación manual de cargas surgen con aspiraciones de innovación, para reducir las cargas físicas soportadas por el cuerpo humano durante el desarrollo de labores básicas para el funcionamiento de las industrias. Los exoesqueletos surgen allí para plantear una solución posible y efectiva. Estos se definen como dispositivos externos portátiles, (en inglés “wearable”), ya sean activos o pasivos; puesto que se colocan sobre el cuerpo del usuario con el propósito de disminuir la carga física de trabajo e incrementar las capacidades físicas del individuo, suponiendo una ayuda para el trabajador durante el desarrollo de una determinada actividad, reduciendo su exigencia física y con ello posibles enfermedades como los desórdenes musculoesqueléticos (2).

4.1.2 NECESIDAD

Un mundo laboral cada vez más exigente y al mismo tiempo más enfocado en la prevención de la accidentalidad y el ausentismo laboral, busca de manera incesante la forma de reducir el impacto que ejerce la carga laboral sobre las personas que laboran para una empresa. Con tal necesidad, se presenta la oportunidad de innovar, usando estos aparatos (exoesqueletos) con mejoras cada vez más enfocadas al confort del usuario final, y la economía del empleador.

Una formación adecuada y una retroalimentación continua se creen son factores esenciales para optimizar el impacto positivo y disminuir al máximo las incomodidades presentadas en cuanto al uso frecuente de estos dispositivos, repercutiendo cada vez menos en la salud física, mental y el rendimiento laboral y es por ello que se hace necesario indagar sobre esta tecnología para que sea más aceptada y se logren disminuir indicadores de ausentismo laboral por enfermedades o accidentes que se pueden prevenir si se usan este tipo de dispositivos de forma correcta.

4.2 JUSTIFICACION DE LA INTERVENCION:

El desconocimiento generalizado de la tecnología exoesqueletica y su potencial para mitigar la carga física, coeficiente de penosidad, movimientos isométricos y la biomecánica estática y dinámica de los trabajadores industriales crea la necesidad imperante de identificar los impactos en la fisiología, biomecánica y comportamiento que puedan favorecer o disminuir los Desordenes Musculoesqueléticos (DME).

Con el fin de abordar esta carencia de conocimiento, se lleva a cabo una exhaustiva investigación en bases de datos, estudios, aplicaciones en campo y fuentes confiables relacionadas con la implementación de exoesqueletos en la industria. Estudios realizados por FORD destacan resultados positivos, indicando una mejora significativa en la sensación de confort y la reducción de la fatiga muscular percibida por los usuarios. Además, se sugiere que un rediseño de los exoesqueletos, con una estructura más flexible y liviana, podría optimizar las condiciones operativas (3).

Considerando estos hallazgos, el proyecto tiene como objetivo principal evidenciar los tipos de exoesqueletos, sus clases, aplicabilidad y los impactos asociados a su implementación mediante datos confiables. La intención es proporcionar información detallada sobre los beneficios y dificultades de su uso, tomando en cuenta las diversas situaciones en las que estos dispositivos han sido usados y registrados.

La indagación sobre el uso de exoesqueletos revela ventajas y desventajas significativas tanto para el empleador como para el empleado. Si bien los exoesqueletos pueden utilizarse en una variedad de procesos y tareas industriales que van desde la construcción de instalaciones petroleras hasta operaciones militares avanzadas, es esencial comprender los impactos en el sistema musculoesquelético que se derivan del uso de estos a largo y corto plazo, sumando a ellos, la nueva interpretación del entorno que se deberá tener en cuenta dentro de los movimientos que antes realizaba el usuario sin usar exoesqueleto.

Este proyecto busca reunir información veraz que proporcionen una base sólida para la toma de decisiones en la implementación de exoesqueletos en entornos laborales industriales, basados en la revisión bibliográfica y data registrada respecto a uso, regulación, desarrollo e impacto ergonómico en la persona.

4.3 OBJETIVOS

4.3.1 OBJETIVO GENERAL

Generar un concepto ergonómico respecto al uso de exoesqueletos en trabajadores de industrias relevantes, mediante la revisión bibliográfica de estudios y análisis de las implementaciones de esta tecnología aplicada en campo, para la determinación de equipos adecuados a la necesidad operativa.

4.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICO

Identificar los exoesqueletos idóneos para el tipo de entorno laboral.

Realizar una revisión bibliográfica respecto a la información disponible sobre el uso de exoesqueletos, con el fin de emitir recomendaciones en base a la evidencia encontrada.

Analizar los prototipos de exoesqueletos que presenten desempeño óptimo, en relación al beneficio en el ser humano.

4.4 METODOLOGIA

4.4.3 Proceso Metodológico:

Se realizó la revisión de bibliografía científica; para ello, se consultaron cuatro bases de datos internacionales de revistas científicas con acceso directo: Scielo, Google académico, Scopus y EBSCO; empleándose frases claves que formaron parte integral del desarrollo de la presente investigación, las cuales fueron: Uso de exoesqueletos industriales, impactos, desórdenes musculoesqueléticos, ergonomía, donde cada uno de los relevante se somete a un análisis y depuración en grado de aporte al desarrollo al proyecto.

4.4.4 Material revisado y clasificado:

Para la revisión bibliográfica se emplearon artículos científicos entre los años 2018 hasta el 2023, en los idiomas de inglés y español. Se eligieron 39 artículos científicos para estudiar y analizar; se hizo una revisión rápida del año, resumen y título del artículo, así mismo la perspectiva científica, aplicada y teórica referente al uso de exoesqueletos en las industrias minero energética, manufactura y militar.

Para la ecuación de búsqueda se investigó en un periodo desde la semana 01 del mes de julio hasta 10 de enero del 2024.

4.4.5 Criterios para la selección del material:

Antigüedad información: No mayor a 5 años

Ecuación de Búsqueda: Uso de exoesqueletos industriales, impactos de exoesqueletos industriales, desórdenes musculoesqueléticos, impactos ergonómicos en los usuarios de exoesqueletos industriales; donde cada uno de los artículos más relevantes fueron sometidos a un análisis y depuración en grado de aporte al desarrollo al proyecto.

Tecnología exoesqueletica en el uso industrial

Beneficios del uso de exoesqueletos a nivel industrial

Usos de exoesqueletos en la industria

Impactos positivos o negativos del uso de los exoesqueletos

Tipos de exoesqueletos más usados a nivel industrial

Mejores exoesqueletos pasivos

Diferencias entre exoesqueletos activos y pasivos

4.4.6 TIPO DE ESTUDIO: Se realizó un estudio descriptivo con método cualitativo.

4.4.7 INSTRUMENTO (ficha de revisión bibliográfica): Se realizó una revisión bibliográfica de artículos y publicaciones relacionados con el tema de uso de exoesqueletos a nivel industrial y su impacto ergonómico en el usuario final, tales como: informes, archivos de fuentes estatales, exoesqueletos en el ámbito laboral, registrados a través de una ficha bibliográfica que permitió consolidar aspectos tales como; objetivo, teorías, resultados, etc.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO Y RESULTADOS

De los datos obtenidos de la revisión de tema, se obtienen los siguientes valores expresados en datos de porcentajes y valores absolutos con respecto al aporte entregado a cada objetivo planteado;

Dentro de ellos, es importante resaltar que dentro de los 39 artículos, se tuvo énfasis en 25 de ellos, dentro de los cuales se encontró:

- 23 hablan de la incomodidad en su uso.
- 22 artículos usaron hombres como primera vez para el uso estas tecnologías.
- 25 artículos afirmaron haber sentido impactos positivos con su uso.
- 20 artículos hablaron sobre la importancia de construir exoesqueletos que pudieran mezclarse más fácil con su entorno.
- El 100% de usuarios que probaron por primera vez estos productos en el entorno laboral fueron hombres.
- El 100% de los articulo refieren que la motivación a crear esta tecnología, fue la disminución de DME.
- Tan solo en 3 artículos de 25 se habla de la mejora de las capacidades de los exoesqueletos pasivos, por medio de la inclusión de servomotores (tecnología activa) a estos.

De los 39 artículos, 14 fueron revisados pero no hacen parte integral del análisis porque su enfoque no se consideró relevante en cuanto al uso final o la practica final usando exoesqueletos para evidenciar el impacto en el usuario final; puesto que, como tal, de base planteaban el diseño y construcción final de un exoesqueleto, pero este no sería testeado en condiciones normales de trabajo, ni usado para la toma de datos relevantes que permitieran definir si su aporte era positivo o no a la disminución de DME en población trabajadora de la industria.

- Para el planteamiento del primero objetivo, que es: Identificar los exoesqueletos idóneos para el tipo de entorno laboral, se revisó el 100% de los artículos planteados para estudio y revisión, entre los cuales el 23% aportó exoesqueletos activos y semiactivos como mejor alternativa para su industria, dejando un 77% para los exoesqueletos de tipo pasivo.

- Para el planteamiento del segundo objetivo el cual es: Realizar una revisión bibliográfica respecto a la información disponible sobre el uso de exoesqueletos, con el fin de emitir recomendaciones en base a la evidencia encontrada; cabe resaltar que, para este objetivo es necesario tener en cuenta que se revisaron los 39 artículos iniciales sobre los cuales se trabajó, que equivalen al 100% del material revisado, entre ellos, sólo se usó el 66,6% para estudios posteriores puesto que analizaban de manera más objetiva el uso de exoesqueletos, dejando que el 33.4% de los artículos planteados para revisión y estudio fuesen descartados por carecer de pruebas realizadas en campo.
- Para el planteamiento del tercer objetivo el cual fue, Analizar los prototipos de exoesqueletos que presenten desempeño óptimo, en relación al beneficio en el ser humano. Se encontró que el 66.6 % contribuían al desarrollo y consecución de este resultado.

Dando respuesta a los objetivos, a continuación se presenta la información analizada.

CONCEPTO ERGONOMICO:

El esfuerzo físico está intrínsecamente vinculado al desempeño de diversas actividades laborales, ya sea estática o dinámica, abarcando sectores industriales como construcción, infraestructura minero-energética, operaciones de instalaciones, mantenimiento de maquinaria, manufactura y ámbito militar. En este contexto, el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos es elevado.

Para abordar estos desafíos en prevención de trastornos musculo esqueléticos, una de las alternativas es el uso de tecnología exoesqueletica industrial. Los cuales se clasifican en dos tipos activos y pasivos donde sus características varían de acuerdo a la necesidad donde aquellos con servomotores y componentes que multipliquen las capacidades humanas serán activos, aquellos con muelles, cámaras de aire o sistemas de amortiguación serán pasivos, los cuales buscan dar un sostén a aquellas actividades donde se demanden posturas forzadas, antigravitaciones o sostenida, ambos con el potencial de aumentar la eficiencia, reducir fatiga, impactar el consumo energético (4) y prevenir trastornos musculoesqueléticos. Sin embargo, es esencial considerar la adaptabilidad a distintos usuarios, contextos y exigencias, mediante la aplicabilidad de un diseño universal que garantice la flexibilidad y tolerancia al error con el objeto de establecer parámetros que eviten esfuerzos por encima de las capacidades estructurales individuales, para ello es necesario una regulación ergonómica y legal nacional o internacional (1).

Por otro lado, la comodidad y la interfaz hombre-máquina son cruciales para prevenir riesgos ergonómicos, especialmente durante la manipulación de cargas, donde levantamientos, transporte y descarga generan estrés en las vértebras L5 y S1, aumentando la probabilidad de lesiones a nivel lumbar osteomuscular o en tejidos blandos (2).

El análisis de estudios biomecánicos funcionales se torna fundamental al momento de justificar e implementar la tecnología exoesqueletica, evaluando exigencias biomecánicas y fisiológicas relacionadas con la carga postural dinámica, estática y levantamiento de cargas, esto permite identificar y medir aspectos ergonómicos antes del uso de exoesqueletos y durante su implementación, destacando la importancia de un enfoque integral que considere la necesidad de la tarea, por otro lado la formación adecuada y retroalimentación continua respecto al uso, mantenimiento y reposición optimizan el impacto positivo en la salud y rendimiento laboral al emplear exoesqueletos industriales (4).

Aunque los exoesqueletos ofrecen beneficios ergonómicos, pueden plantear desafíos, como tensión muscular, problemas de higiene y dependencia tecnológica (5).

Tipos de Exoesqueletos:

5.2.1 Exoesqueletos pasivos e industria aplicable:

Los exoesqueletos pasivos se pueden usar para diversas tareas, especialmente aquellas que implican levantamiento de carga, trabajos repetitivos o actividades que requieren soporte físico, donde se incluyen la asistencia en la industria manufacturera, la construcción, la logística, estos dispositivos proporcionan apoyo mecánico sin requerir energía externa, ayudando a reducir la fatiga y el riesgo de lesiones, aunque existe la probabilidad de generar una falsa seguridad donde los usuarios se extralimiten. Al no poseer fuentes de energía, su peso y coste suelen ser bajos, accesibles para cualquier nivel de poder adquisitivo que busque una solución eficaz y económica al padecimiento de desórdenes o trastornos musculo esqueléticos acarreados por la exposición a riesgos biomecánicos en sus actividades (6).

Los exoesqueletos pasivos utilizan la deformación de resortes u otros materiales elásticos para almacenar y devolver energía para soportar la postura o el movimiento humano sin inyección de energía de fuentes externas en el sistema acoplado hombre-máquina (7). Para las actividades del sector logístico facilitan la manipulación de carga en almacenes y centros de distribución, mejorando la productividad y disminución de la prevalencia del dolor, lumbalgias que es de las lesiones más comunes en manipulación de cargas.

5.2.2 Exoesqueletos Activos e industria aplicable:

Por otro lado, exoesqueletos activos con servomotores son más versátiles y pueden utilizarse en una variedad de tareas que requieren asistencia dinámica y ajuste activo en tiempo real operativo (4).

En la industria manufacturera tiene el potencial de mejorar la fuerza y resistencia del trabajador, reduciendo la fatiga en tareas repetitivas o que implican levantamiento de carga.

En el sector construcción facilitan el manejo de herramientas pesadas y materiales, mejorando la eficiencia y reduciendo la carga física sobre los trabajadores.

En el sector Militar pueden ser utilizados para aumentar la resistencia y la capacidad de carga de artillería, munición, equipo por parte de los soldados en terrenos difíciles o agrestes, donde brindarían una superioridad frente a otros actores, un desafío que aún se debe estudiar es el peso, blindaje y fuente de energía suficiente que brinde una autonomía para que la herramienta sea de utilidad y no contraproducente (8).

5.2.3 Exoesqueletos cuasi pasivos e industria aplicable:

Una tercera categoría son los exoesqueletos cuasi pasivos, donde las características de un sistema de actuación basado en resorte son modificadas por un actuador activo (7) son un híbrido dependiente un sistema del otro, lo cual quiere decir que sus características pueden tener un alcance amplio en diferentes industrias con desafíos compartidos de los exoesqueletos activos y pasivos.

Tabla 1 – Consolidado de Revisión Bibliográfica:

ITEM	Titulo	Autor	Año	Diseño del estudio	País	Tamaño de muestra (según aplique)	IDEA PRINCIPAL
1	Towards Functional Performance Validation Standard for Industrial Low-Back Exoskeletons: State of the Art Review	Mattia Pesenti 1,* , Alberto Antonietti 1 , Marta Gandolla 2 and Alessandra Pedrocchi 1	2021	ESTADO DEL ARTE	MILAN, ITALIA	1	•Ausencia de estándares y eficaces para la disminución de lesiones osteomusculares.

2	Industrial exoskeletons from bench to field: Human-machine interface and user experience in occupational settings and tasks	Baldassarre, Antonio; Ginevra, Lucrecia; Cavallo, Filippo; Fiorini, Laura; Mariniello, Antonella; Mucci, Nicola; Arcangeli, Giulio	2022	ESTADO DEL ARTE	FLORENCIA, ITALIA	1	<ul style="list-style-type: none"> Los exoesqueletos son la representación de la evolución tecnológica, permitiendo abordar los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, en especial en entornos laborales en donde no hay factibilidad de intervenciones
3	The influence of using exoskeletons during occupational tasks on acute physical stress and strain compared to no exoskeleton – A systematic review and meta-analysis	Bar, Mona; Steinhilber, Benjamin; Rieger, Monika; Luger, Tessa	2020	ESTADO DEL ARTE	TUBENGEN, GERMANY	1	<ul style="list-style-type: none"> Los exoesqueletos son considerados como una opción para la reducción de cargas físicas laborales, permitiendo clasificar las cargas según su funcionalidad y el tipo de energía empleada
4	The state-of-the-art of soft robotics to assist mobility: a review of physiotherapist and patient identified limitations of current lower-limb exoskeletons and the potential soft-robotic solutions	Morris, Leah; Diteesawat, Richard; Rahman, Nahian; Turton, Ailie; Cramp, Mary; Rossiter, Jonathan	2023	ESTADO DEL ARTE	REUNO UNIDO	1	Desafíos entre la interfaz, materiales blandos y rígidos relacionados a la operatividad.
5	Methodologies for evaluating exoskeletons with industrial applications	Hoffmann, Nicolas; Prokop, Gilbert; Weidner, Robert	2022	ESTADO DEL ARTE	AUSTRIA	1	La importancia de los métodos de evaluación para con el uso de exoesqueletos industriales
6	A framework for evaluation and adoption of industrial exoskeletons	Golabchi, Ali; Riahi, Negar; Fix, Mackenzie; Miller, Linda; Rouhani, Hossein; Tavakoli, Mahdi.	2023	ESTADO DEL ARTE	CANADA	1	Hallazgos evidenciados respecto al impacto del uso de exoesqueletos industriales a largo plazo
7	Safety evaluation of human-robot collaboration for industrial exoskeleton	Cai, Min; Ji, Ziling; Li, Qin; Luo, Xinggang	2023	EXPERIMENTACIÓN	CHINA	1	El uso de exoesqueletos como ayuda en el trabajo, Humano - Robot
8	Modelling for design and evaluation of industrial exoskeletons: A systematic review	Ma, Teijun; Zhang, Yanxin; Choi, Sang; Xiong, Shuping	2023	ESTADO DEL ARTE	COREA	1	La importancia de las investigaciones y evaluaciones experimentales para la implementación y desarrollo de exoesqueletos industriales
9	Evaluation Methods and Measurement Challenges for Industrial Exoskeletons	Li-Baboud, Ya; Virts, Ann; Bostelman, Roger; Yoon, Soochol; Rahman, Amaan; Rhode, Lucia; Ahmed, Nishat; Shah, Mili	2023	ESTADO DEL ARTE	USA	1	Revisión de estándares actuales en materia de exoesqueletos, aspectos ergonómicos y de usabilidad.
10	Manufacturing Industry Stakeholder Perspectives on Occupational Exoskeletons: Changes after a Brief Exposure to Exoskeletons	Narasimhan, Rahul; Upasani, Satyajit; Gonzales, Alec; Aviles, Jessica; Cha, Jackie; Srinivasan, Divya	2023	ESTADO DEL ARTE	EEUU	1	Entendimiento para la aplicabilidad y uso de exoesqueletos
11	Insights into evaluating and using industrial exoskeletons: Summary report, guideline, and lessons learned from the interdisciplinary project "Exo@Work"	Ralfs, Lennart; Hoffmann, Niclas; Glitsch, Ulrich; Heinrich, Kai; Johns, Jasper; Weidner, Robert	2023	ESTADO DEL ARTE	AUSTRIA	1	Recomendaciones para la evaluación y su de exoesqueletos, desde una perspectiva práctica, con el enfoque de toma de decisiones.

12	Exoskeleton Usability Questionnaire: a preliminary evaluation questionnaire for the lower limb industrial exoskeletons	Hussain, Muhammad; Kong, Yong; Park, Sang; Shim, Hyun; Par, Jaehyun	2023	ESTADO DEL ARTE	REINO UNIDO COREA	1	identificación de cuatro factores principales en la evaluación de usabilidad: movilidad, adaptabilidad, manejo y seguridad.
13	Towards a Functional Performance Validation Standard for Industrial Low-Back Exoskeletons: State of the Art Review	Pesenti, Mattia; Antonietti, Alberto; Gandolla, Marta; Pedrocchi, Alessandra	2021	ESTADO DEL ARTE	MILAN, ITALIA	1	Presenta un estudio de 22 casos donde se evalúa la carga en la espalda baja, menciona la importancia de la regulación y medidas métricas estandarizables.
14	A comparative muscular assessment of the exoskeleton in a scaffold building operation, case study.	Peláez, Sebastián; Martínez, Oscar; Muñoz, Rodrigo; Mondragón, Iván; Zea, Christian	2022	EXPERIMENTACIÓN	COLOMBIA	1	Evidencia el uso de exoesqueletos, la disminución de carga muscular y la comparación de expertos y novatos en su uso.
15	A Systematic Review of Industrial Exoskeletons for Injury Prevention: Efficacy Evaluation Metrics, Target Tasks, and Supported Body Postures	Golabchi, Ali; Chao, Andrew; Tvakoli, Mahdi	2022	ESTADO DEL ARTE	CANADA	1	Análisis de los exoesqueletos más modernos, con el objeto de brindar un punto de partida para su desarrollo y usabilidad
16	Wearable Exoskeletons on the Workplaces: Knowledge, Attitudes and Perspectives of Health and Safety Managers on the implementation of exoskeleton technology in Northern Italy	Ricco, Matteo; Ranzieri, Silvia; Vezzosi, Luigi; Balzarini, Federica; Bragazzi, Luigi	2022	EXPERIMENTACIÓN	ITALIA	1	Implementación de exoesqueletos, impacto en áreas cognitivas, estrés y ansiedad
17	Critical review on applications and roles of exoskeletons in patient handling	Zheng, Liyang; Hawke, Ashley; Evans, Kimeran	2022	ESTADO DEL ARTE	EEUU	1	Analiza el impacto del uso de exoesqueletos en el manejo de pacientes en el ámbito laboral
18	An industrial exoskeleton user acceptance framework based on a literature review of empirical studies	Elprama, Shirley; Vanderborght, Bram; Jacobs, An	2022	ESTADO DEL ARTE	BRUCELAS, BELGICA	1	El aporte principal a la investigación se enfoca en el estudio y aceptación de cinco temas: políticas, psicosociales, implementación, fisiología y factores relacionados con el trabajo, dando paso a la influencia en su aceptación en la industria.
19	Benchmarking occupational exoskeletons: Evidence mapping systematic review	De Bock, Sander; Ghillebert, Jo; Govaerts, René; Tassignon, Bruno; Rodriguez-Guerrero, Carlos; Crea, Simona; Veneman, Jan; Geeroms, Joost; Meeusen, Romain	2022	ESTADO DEL ARTE	BRUCELAS, BELGICA	1	El aporte principal de la investigación se enfocó en el mapeo de la evidencia en conjunto con la información de la amplia variedad de tecnologías y metodologías de evaluación, facilitando de esta manera, estudios futuros y facilitando la comparabilidad de los estudios.
20	Exoskeletons for manual material handling - A review and implication for construction applications	Zhu, Zhenhua; Dutta, Amrita; Dai, Fei	2021	ESTADO DEL ARTE	ESTADOS UNIDOS	1	El aporte principal de la investigación a nivel académico radica en la evidencia de reducción de la fatiga por medio de los exoesqueletos y la reducción de la carga y actividad muscular.

21	Adoption potential of occupational exoskeletons in diverse enterprises engaged in manufacturing tasks	Scheweha, Diana; McNamara, Nathan; Nussbaum, Maury; Kim, Sunwook	2021	ESTADO DEL ARTE	ESTADOS UNIDOS	1	Los resultados obtenidos en este estudio señalan que los exoesqueletos (EXO) presentan la capacidad de proporcionar asistencia a los empleados en actividades como ensamblaje, embalaje, costura y manejo manual de materiales (MMH) en diversos entornos de fabricación. No obstante, persisten numerosas incertidumbres relacionadas con la implementación, adaptación y la integración de tareas con los EXO
22	Avances de la investigación en Biomecánica en España	María Prado Novoa; Ana Pérez de la Blanca Cobos; Salvador Moreno Vegas; Vicente Blanco Salgado	2023	ESTADO DEL ARTE	ESPAÑA	1	Es una valiosa recopilación de investigaciones en el campo de la biomecánica, realizadas por los más destacados grupos de investigación españoles, desempeñando un papel esencial en la expansión y desarrollo continuo de la bioingeniería y la biomedicina, gracias a su publicación y recopilado. Pues a lo largo de las décadas, esta disciplina ha contribuido al entendimiento de los procesos biomecánicos en el cuerpo humano, explicando como los músculos y las articulaciones interactúan a los condicionantes impuestos por efectos mecánicos sobre las células del cuerpo humano. Estos avances han llevado al diseño de dispositivos médicos más eficaces y seguros, a terapias de rehabilitación más personalizadas y a una mejor comprensión de las lesiones y enfermedades que afectan al ser humano.
23	¿Cómo puedo incorporar un exoesqueleto en mi organización y qué exoesqueleto sería el más adecuado?	Mercedes Sanchis Almenara, Sofia Iranzo Egea, Juanma Belda Lois, Alicia Piedrabuena Cuesta, Alberto Ferreras Remesal, Sandra Alemany Mut, Enric Medina Ripoll, Raquel Ruiz Folgado	2022	ESTADO DEL ARTE	ESPAÑA	1	El texto pretende dar una luz sobre cómo abordar la integración de un exoesqueleto pasivo en una empresa y/o qué aspectos deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar un exoesqueleto semiactivo que permita ayudar en las empresas, en especial las de tipo industria.
24	Revista de software, hardware, ciencia y tecnología	Entrevista con Jacques Laeuffer, Yukio Rosales Luengas, Dr. Jesús Ricardo López Gutiérrez	2023	ANALISIS DEL ESTADO DEL ARTE	MEXICO	1	El artículo publicado en la revista ofrece una visión o una clasificación de tres grandes categorías de exoesqueletos usados en la industria, a nivel industrial y medicina.
25	Smart Ergonomics. Evaluación de Exoesqueletos con Captura de Movimiento en Entornos Productivos	Alexandro Delgado Llamas	2021	ESTADO DEL ARTE	ESPAÑA	1	En el estudio, se modelando tres exoesqueletos con el método ergonómico MH-Forces y, mediante un estudio de un sistema de medición directa basado en captura de movimiento, se evaluaron en puestos de trabajo industriales. El estudio de arrojó: Reducciones de hasta un 19 % en el riesgo ME de la zona lumbar con un Laevo y de hasta un 14 % y un 10 % en el riesgo ME de los hombros con un Skelex y un Levitate respectivamente. El exoesqueleto se valoró en general como confiable y seguro, aunque la incomodidad por restricción del movimiento se consideró moderada.
26	ESTUDIO SOBRE LA APLICACIÓN DE LOS EXOESQUELETOS EN EL ÁMBITO DE LA ERGONOMÍA LABORAL	Juan José Domenech Hurtado	2022	ESTADO DEL ARTE	ESPAÑA	1	En el estudio se hace un análisis de los exoesqueletos que se comercializan actualmente en la industria y se hace desde cada una de las perspectivas que se puedan abordar a cerca de estos, yendo desde el precio del mercado en alza, hasta el análisis de casos prácticos.

27	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EXOESQUELETO EN BRAZO PARA AMPLIFICAR FUERZA.	EHECATL RICARDO VICTORIA TOBON	2021	ESTADO DEL ARTE	MEXICO	1	Publicación de titulo para obtención de tesis, en donde el postulado hace un análisis de algunos los exoesqueletos que hay en el mercado para desarrollar uno actvo para el desarrollo de amplificación de fuerza en brazo
28	Exoesqueletos, el camino hacia la robotización humana	Mónica Ramírez	2019	ESTADO DEL ARTE	MEXICO	1	Se hace un análisis de los tipos de exoesqueletos que se usan a nivel industrial y médico para la prevención de lesiones y enfermedades, como para la rehabilitación de pacientes con deficiencias motrices
29	Modern Uniforms and Exoskeleton)	Denis Nascimento, Danilo Augusto Oliveira da Silva, Viviane Tabchoury de Barros Vieira, Luiz Augusto da Silva, Diego Augusto Oliveira da Silva, José Rubens de Camargo	2019	ESTADO DEL ARTE	BRASIL	1	Este artículo muestra las más diversas herramientas utilizadas para el acoplamiento de los tipos de exoesqueletos usados en la industria, con ejemplos prácticos de desarrollo de un proyecto de esta magnitud en donde se tiene en cuenta el ambiente industrial.
30	Análisis Cinemático de un Exoesqueleto de Partes Superiores de 7 GDL	Elkin Veslin, Jules Ghislain Slama, Max Suell Dutra, Omar Lengerke	2016	ESTADO DEL ARTE	desconocida	1	Este trabajo mostró un estudio cinemático del exoesqueleto de partes superiores basado en la morfología de un brazo humano, aplicando las teorías de las matrices de transformaciones homogéneas se logró determinar un modelo matemático que describía los movimientos que puede realizar el exoesqueleto. Se implementó este modelo de medición, para la determinar su espacio de trabajo, el cual define los límites de desempeño del mismo y alcances del operario.
31	Diseño y control de un dispositivo robotio modular de tipo exoesqueleto para la asistencia de extremidad superior.	andrea blanco ivorra	2022	ESTADO DEL ARTE	ESPAÑA	1	La tesis doctoral se centra en obtener una solución robótica integral para la asistencia de los movimientos del brazo, formada por un robot de tipo exoesqueleto y un sistema inteligente de control, que se adaptarán a los distintos usuarios en función de sus necesidades. Se analizan una importante serie de necesidades físicas para disminuir las principales causas de bajas laborales en Europa, el artículo es publicado en 3 revistas una de ellas inglesa
32	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE EXOESQUELETOS ULTRALIVIANOS	Catalina Miranda	2021	ESTADO DEL ARTE	CHILE	1	En la tesis de grado, se propuso la utilización de materiales compuestos y de técnicas de procesamiento novedosas para diseñar y fabricar exoesqueletos de miembro superior de forma personalizada y económicamente asequible. A partir de un proceso de diseño adaptado al producto en cuestión, se logró crear un exoesqueleto tecnológico con un grado de libertad.
33	ESTIMACIÓN MEDIANTE MODELOS BIOMECÁNICOS DE LOS ESFUERZOS REALIZADOS EN EL HOMBRO POR PARTE DE TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA DEL AUTOMÓVIL MEDIANTE MEDIDAS IN SITU	JUAN FERNANDO DUARTE MENDOZA	2019	ESTADO DEL ARTE	ESPAÑA	1	como los softwares de valoración de riesgos REBA y ERGO/IBV, estas herramientas carecen de sensibilidad a la hora de determinar aspectos relacionados con el riesgo de la lesión. Es por ello que se presenta una metodología para estimar los esfuerzos musculares y articulares asociados al trabajo lineal. Se utiliza un modelo de miembro superior implementado en OpenSim•R, al que se le introduce la dinámica de los movimientos medidos con sensores inerciales, estos resultados pueden sentar las bases prácticas para una valoración objetiva del riesgo en el puesto de trabajo con condiciones novedosas, tal como el uso de exoesqueletos.

34	"INVESTIGACIÓN DE MECANISMOS MULTIPLICADORES DE FUERZA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EXOESQUELETO ROBÓTICO DE EXTREMIDAD SUPERIOR PARA LEVANTAMIENTO DE CARGA ."	ALEXIS GONZALO LAMINGO CAIZALUISA LEOPOLDO JAVIER LOOR CEBALLOS	2020	ESTADO DEL ARTE	ECUADOR	1	Se diseñó e implemento un exoesqueleto para extremidad superior capaz de levantar y transportar una carga de hasta 120 Newtons con un esfuerzo mínimo dentro de los entornos de trabajo. La estructura se basó en datos antropométricos de la población ecuatoriana y en su biomecánica. Estos aspectos fueron fundamentales para que el exoesqueleto sea ergonómico y cómodo para el usuario. El exoesqueleto es capaz de moverse en dos grados de libertad.
35	LOS EXOESQUELETOS Y SUS FUNCIONALIDADES EN LA SOCIEDAD	EDUARD ESTEVES LORENZO	2021	ESTADO DEL ARTE	ESPAÑA	1	El objetivo principal es demostrar los beneficios que pueden aportar a la empresa reduciendo la exposición a sobreesfuerzos o posturas forzadas, mostrando ejemplos de multinacionales, industrias de automoción y hospitales que han incorporado los exoesqueletos en sus organizaciones con grandes resultados en cuanto a seguridad y salud laboral. Se muestran las distintas ventajas y desventajas de su utilización teniendo como protagonista al trabajador.
36	XXV Congreso de Ingeniería de Organización, Seguridad laboral e industrial: nuevas tecnologías en la Industria 4.0	JOSÉ MANUEL GALÁN, SILVIA DÍAZ-DE LA FUENTE, CARLOS ALONSO DE ARMIÑO PÉREZ, ROBERTO ALCALDE DELGADO, JUAN JOSÉ LAVIOS VILLAHUZ, ÁLVARO HERRERO COSÍO, MIGUEL ÁNGEL MANZANEDO DEL CAMPO, AND RICARDO DEL OLMO MARTÍNEZ	2021	ESTADO DEL ARTE	ESPAÑA	1	Este estudio trata de dar a conocer distintas tecnologías de seguridad que se benefician de técnicas y elementos presentes en los entornos de la industria 4.0. Como reto fundamental se encuentra el llevar a cabo la transición de la mejor manera posible y poder asegurar así una nueva era de la seguridad y salud laboral en las empresas.
37	ESTUDIO COMPARATIVO DE EXOESQUELETOS DE MIEMBROS SUPERIORES DE ACTUACIÓN PASIVA BASADOS EN TÉCNICAS DE COMPENSACIÓN DE CARGA	JAVIER ANTONIO TANG GUY	2020	ESTADO DEL ARTE	PERU	1	En este trabajo se planteó un estudio comparativo de los principales exoesqueletos industriales de miembros superiores con actuación pasiva desarrollados en la actualidad, e implementados en la industria, llevando a la conclusión de que son la mejor, más económica y viable opción para la industria.
38	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN EXOESQUELETO PARA RODILLA ENFOCADO A PERSONAS DEDICADAS A LA CARGA DE PESOS ENTRE 25 Y 100 KG	BRYAN ENRIQUE SIMBAÑA PILLAJO, SMILY MATEO CRUZ MONTENEGRO	2023	ESTADO DEL ARTE	ECUADOR	1	Realizar la construcción de un exoesqueleto que sirva para disminuir o ejercer un menor impacto por parte del usuario relacionadas con enfermedades a nivel de rodilla y espalda en la población trabajadora como cargadores. Evitar lesiones irreversibles en la población trabajadora, desarrollando un exoesqueleto con dos grados de libertad asequible a la mayoría de las personas.
39	PREVENCION DE RIESGOS LABORALES EN LA INDUSTRIA 4.0	PAULA MIRA PEREZ	2020	ESTADO DEL ARTE	ESPAÑA	1	Explicar cómo a los riesgos conocidos se han ido sumando a otros nuevos y necesarios de identificar. Reflexión de cómo esta disciplina, junto con el desarrollo normativo, no ha sabido sincronizarse con la evolución de las nuevas tecnologías. Para llegar a la conclusión de la necesaria renovación del conjunto normativo existente relativo a la Prevención de Riesgos Laborales es necesario analizar cada uno de los puntos en donde se evidencie un riesgo y o una mejora para la salud de los trabajadores

6. CONCLUSIONES:

- La tecnología exoesqueletica Activa, Pasiva y Cuasi/Activa tiene el potencial de ser la solución a muchos desafíos en los diferentes entornos que enfrenta el ser humano en este siglo, la falta de investigación y expertos en materia dedicados a esta tecnología, abre una ventana donde la ergonomía física, organizacional y ambiental deben desarrollar aspectos que se complementen para cumplir con un papel importante junto a la ingeniería de desarrollo de interfaces, estructural y mantenimiento de estos equipos, con el objeto de crear un puente para dar solución a las necesidades y exigencias de los usuarios finales, mediante la ergonomía que sería el fundamento de las investigaciones, desarrollo y producción en masa de estos equipos destinados a la prevención trastornos y desordenes musculoesqueléticos.
- En base a la lectura referente al uso de exoesqueletos en diferentes industrias, artículos, investigaciones y desarrollo, junto con nuestras bases Ergonómicas, hemos determinado la idoneidad de los tipos de exoesqueletos para cada una de las industrias en mención, actividades donde requiera soportar posturas forzadas, sostenidas y anti gravitacionales la opción ergonómicamente aceptables son los Pasivos, por otro lado aquellas actividades donde se requiera potenciar la fuerza de cargue, transporte, torque se es necesario la tecnología activa o cuasi/activa donde la fuerza, resistencia y consumo energético del usuario se vea impactada de forma positiva.
- En la mayoría de los estudios analizados el uso de los exoesqueletos de acción semiactiva y acción pasiva, puesto que su peso es mucho menor al de los de actuación activa y también su coste es aproximadamente 20 veces menor en comparación a los de actuación activa, entendiéndose que por estos dos motivos, es más y mayormente implementado y analizado el uso de los exoesqueletos pasivos y semi activos siendo estos los que han podido ser analizados en acción y por ende estudiados en acción, tomándolos como referencia con sus respectivas recomendaciones para el usuario final.
- Se deben considerar las consecuencias biomecánicas del sistema osteomuscular con el uso continuo de exosqueletos a mediano y largo plazo, debido a la alta probabilidad de atrofiar musculares, disminución de capacidades funcionales en cuanto a fuerza, resistencias y dependencia tecnológica.
- La ergonomía aplicada al desarrollo, uso e implementación de exoesqueletos junto con una correcta aplicación de los principios de diseño universal tiene el

potencial de desarrollar una herramienta ideal para usuarios finales, teniendo como resultado un uso flexible, cerrando posibilidades al error operativo y dando cabida al bajo esfuerzo físico, acompañado de una operación fácil y estándares ergonómicos.

- Se debe tener en cuenta que en el entorno social no se evidencia un gran número de investigaciones focalizadas en función de tareas cotidianas donde su enfoque se aplique al entorno social, que permitan optimizar alguna pérdida de capacidad laboral o necesidad específica del usuario.

7. ANEXOS:

7.1 FICHAS TECNICAS ARTICULOS:

1.

TITULO: Towards a Functional Performance Validation Standard for Industrial Low-Back Exoskeletons: State of the Art Review / Hacia un estándar de validación del desempeño funcional para Exoesqueletos industriales de espalda baja: revisión del estado del arte.	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2021 Milán, Italia	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO GOOGLE ACADEMICO
AUTOR Mattia Pesenti, Alberto Antonietti, Marta Gandolla and Alessandra Pedrocchi.	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(1) 1.Pesenti M, Antonietti A, Gandolla M, Pedrocchi A. Towards a Functional Performance Validation Standard for Industrial Low-Back Exoskeletons: State of the Art Review. Sensors. 2021 Jan 26;21(3):808.	
PALABRAS CLAVE low back; industrial exoskeleton; assistive device; fatigue relief; worker support; low-back pain.	
IDEAS PRINCIPALES Si bien el interés de la investigación por los exoesqueletos ha aumentado en las últimas décadas, la falta de estándares para su evaluación rigurosa está limitando potencialmente su adopción en el campo industrial. En este contexto, los exoesqueletos de apoyo a los trabajadores tienen como objetivo reducir el esfuerzo físico requerido por los humanos, con un impacto social y económico dramático. De hecho, los exoesqueletos pueden reducir la aparición y la entidad de los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo que a menudo causan ausencia del trabajo, lo que resulta en una eventual pérdida de productividad.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.	

OBJETIVO DEL ARTICULO

Establecer un estándar para la revisión, regulación u iniciativa que regule el diseño, el uso y otros aspectos relacionados a los exoesqueletos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conclusiones:

De los 23 estudios analizados, muy pocas comparaciones entre sus hallazgos podrían realizarse. realizado para evaluar el rendimiento de exoesqueletos lumbares para la industria. Es más, tal

Las comparaciones se ven obstaculizadas por diferencias en la población de prueba, la configuración experimental, la asistencia, tareas y muchos otros factores. Esta revisión no pudo realizar un metaanálisis para las siguientes razones. Primero, hay muy pocos estudios que cumplieron con los criterios de inclusión (ver Sección 2). Como se informó anteriormente, solo se consideran el 2,5% de los artículos encontrados en el paso de recopilación de datos, aquí en segundo lugar, la mayoría de los artículos analizados ilustran pruebas piloto encaminadas a mejorar la eficacia, análisis en lugar de pruebas más rigurosas con mayor poder estadístico. En tercer lugar, falta de homogeneidad en las métricas seleccionadas para evaluar el desempeño asistencial de los profesionales exoesqueletos. Esto significa que incluso el pequeño porcentaje de estudios que informan resultados estadísticamente sólidos, Los resultados de la validación no se pueden considerar para comparar diferentes exoesqueletos.

Un estándar industrial podría facilitar la evaluación comparativa de exoesqueletos existentes así como el desarrollo de nuevas soluciones orientadas a mejorar sus puntos débiles. Basado Sobre una revisión del estado del arte, aquí proponemos un conjunto de métricas que deberían ayudar a establecer crear un marco de validación para exoesqueletos de espalda baja, con el objetivo de allanar el camino para la definición de normas industriales rigurosas. Sería interesante aplicar algo similar. metodología a otro tipo de exoesqueletos, ya sea para industria o para rehabilitación. Sistemático Las revisiones de exoesqueletos de miembros superiores e inferiores para la industria podrían acelerarse aún más. la definición de estándares de evaluación en beneficio de los trabajadores.

METODOLOGÍA**Discusión**

En esta sección, señalamos y enfatizamos algunos aspectos cruciales que surgieron a lo largo esta reseña. Luego, con base en este análisis, sugerimos un marco de validación para Exoesqueletos industriales de espalda baja. Los resultados de este análisis de la literatura se discuten en su totalidad.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Se evidencia una percepción muy alineada al objeto de investigación, ya que nuestro resultado pretende ser un análisis y recomendaciones ergonómicas respecto al diseño, uso e implementación de exoesqueletos, el artículo nos aporta un conceto de estandarizar normatividad por medio de una revisión del arte del uso de exoesqueletos en Europa.

2.

TITULO: Industrial exoskeletons from bench to field: Human-machine interface and user experience in occupational settings and tasks / Exoesqueletos industriales desde el banco hasta el campo: interfaz hombre-máquina y experiencia del usuario en entornos y tareas ocupacionales	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2022	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO Frontiers
AUTOR Baldassarre, Antonio; Ginevra, Lucrecia; Cavallo, Filippo; Fiorini, Laura; Mariniello, Antonella; Mucci, Nicola; Arcangeli, Giulio	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(2) Baldassarre A, Lulli LG, Cavallo F, Fiorini L, Mariniello A, Mucci N, et al. Industrial exoskeletons from bench to field: Human-machine interface and user experience in occupational settings and tasks. Front Public Health. 2022 Nov 21;10.	
PALABRAS CLAVE Industria automovilística, instalaciones logísticas, asistencia sanitaria, exoesqueletos, trastornos musculoesqueléticos	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none">• Los exoesqueletos son la representación de la evolución tecnológica, permitiendo abordar los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, en especial en entornos laborales en donde no hay factibilidad de intervenciones• Es demostrable que los exoesqueletos son capaces de reducir el estrés físico, mejora la resistencia y disminuye la tensión muscular• Es común evidenciar el surgimiento de la tecnología de información de ayuda ergonómica gracias a la implementación de las medidas preventivas laborales, facilitando la rotación de tareas y el suministro de equipo ergonómico.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.	
OBJETIVO DEL ARTICULO El artículo tiene como objetivo principal realizar una revisión sistemática que facilite el análisis de datos reales referentes a la aplicación de exoesqueletos en diferentes entornos laborales, teniendo en cuenta las respuestas de los empleados	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recuperaron 24 estudios que incluían investigaciones sobre el uso de exoesqueletos en instalaciones logísticas, la asistencia sanitaria y los trabajadores de la industria automovilística. El uso de los exoesqueletos fue de tipo pasivo, es decir, que se encargan de sostener la espalda o la parte superior de los brazos. Por esta razón, se evaluaron variables como la seguridad y salud en el trabajo, la productividad laboral, la aceptabilidad por parte de los trabajadores y la intención constante de uso, por lo que se destaca que a pesar de que los exoesqueletos no solucionan todo el proceso, suelen presentar un potencial mayor en aquellas actividades estáticas, por términos de facilidad y comodidad.

El rango del peso de los exoesqueletos con propósito de soporte para la espalda fluctuó desde los 0,9 kilogramos hasta los que superan los 2 kg, sin embargo, se destaca la existencia de diferentes tamaños, facilitando los ajustes adicionales, diseñados con el propósito de ayudar a levantar objetos, manipular cargas pesadas y facilitar los procesos de flexión hacia adelante en los entornos laborales.

Los resultados de la revisión indican que los exoesqueletos pueden disminuir la probabilidad de sufrir lesiones musculoesqueléticas en diversos entornos laborales. No obstante, existe una carencia de evidencia que respalde la seguridad y eficacia a largo plazo de la utilización de exoesqueletos en el ámbito laboral.

METODOLOGÍA

La revisión sistemática fue registrada en la base PROSPERO, bajo la metodología PRISMA y empleando bases de datos como Scopus, Web of Science, PubMed y Embase. Se incluyeron aquellos artículos con perspectivas subjetivas de los empleados y se excluyeron artículos que no estuviesen en inglés o que no incluyeran tareas laborales reales. En suma, se realizó una evaluación de calidad con estudios mixtos MMAT

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El artículo aporta información sobre la experiencia que tienen los trabajadores que pueden emplear los exoesqueletos industriales, en especial teniendo en cuenta la falta de estudios transversales y longitudinales, lo que dificulta el análisis de datos. Así mismo, es posible concluir que a pesar de que los exoesqueletos no son capaces de solucionar todos los problemas laborales, si son capaces de demostrar el potencial en las actividades de tipo estático, ya que en las actividades que requieren movimiento, suelen desenvolverse como un obstáculo laboral.

3.

<p>TITULO: The influence of using exoskeletons during occupational tasks on acute physical stress and strain compared to no exoskeleton – A systematic review and meta-analysis / La influencia del uso de exoesqueletos durante las tareas ocupacionales sobre el estrés físico agudo y la tensión en comparación con ningún exoesqueleto: una revisión sistemática y un metanálisis</p>	<p>SUBTITULO (SI LO TIENE)</p>
<p>AÑO DE PUBLICACION 2021</p>	<p>BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO ScienceDirect</p>
<p>AUTOR Bar, Mona; Steinhilber, Benjamin; Rieger, Monika; Luger, Tessy</p>	
<p>BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER) (9) Bär M, Steinhilber B, Rieger MA, Luger T. The influence of using exoskeletons during occupational tasks on acute physical stress and strain compared to no exoskeleton – A systematic review and meta-analysis. Appl Ergon. 2021 Jul;94:103385.</p>	
<p>PALABRAS CLAVE Trastornos musculoesqueléticos, exoesqueletos, estrés físico, tensión del usuario, riesgos laborales</p>	
<p>IDEAS PRINCIPALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los exoesqueletos son considerados como una opción para la reducción de cargas físicas laborales, permitiendo clasificar las cargas según su funcionalidad y el tipo de energía empleada • Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WMSD) tienen un impacto significativo en la salud de los trabajadores, el sistema de atención médica y la economía. • Aproximadamente el 60% de los problemas de salud relacionados con el trabajo en la Unión Europea están vinculados al sistema musculoesquelético. • Estrategias como la modificación de lugares de trabajo y la automatización buscan evitar la exposición físicamente exigente, pero pueden no ser siempre factibles. 	
<p>TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.</p>	
<p>OBJETIVO DEL ARTICULO El objetivo principal del artículo es determinar los posibles efectos del uso de un exoesqueleto durante las ocupaciones laborales que puedan acarrear estrés físico y tensión y comparar con una situación de ausencia de exoesqueleto</p>	
<p>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</p> <p>Se recuperaron en total 115 artículos, los cuales no evaluaron a profundidad el estrés y la tensión exoesqueletica, lo que acarreó una calificación elevada de riesgo. Además, se cataloga esta revisión sistemática con metaanálisis representa el primer intento de analizar los impactos del empleo de exoesqueletos en el estrés físico y la tensión experimentados por los usuarios durante actividades laborales. Se examinaron finalmente 48 estudios en los metaanálisis, involucrando en total a 700 participantes. Aquí, los exoesqueletos fueron clasificados en cinco categorías según la región del cuerpo que brindaban soporte, a saber, espalda, extremidades superiores, extremidades inferiores, muñeca y tobillo.</p>	

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática de literatura en bases de datos empleando el protocolo de la revisión actual PROSPERO. Todo el estudio se realizó bajo la metodología PRISMA. De igual manera, se evaluaron los efectos del tratamiento con ayuda de medias estandarizadas, consiguiendo así el metaanálisis.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El aporte principal de la investigación se enfoca en la demostración de que el uso de los exoesqueletos es capaz de reducir la actividad muscular, influyendo en la reducción de la tensión y la tensión física. No obstante, se recomienda para futuras investigaciones la evaluación del impacto del uso de los exoesqueletos en la salud de los trabajadores, por lo que se deben revisar estudios en donde se evalúe el estrés y la tensión a profundidad.

4.

<p>TITULO: The-state-of-the-art of soft robotics to assist mobility: a review of physiotherapist and patient identified limitations of current lower-limb exoskeletons and the potential soft-robotic solutions / El estado del arte de la robótica blanda para ayudar a la movilidad: una revisión de fisioterapeutas y pacientes identificó las limitaciones de los exoesqueletos actuales de las extremidades inferiores y las posibles soluciones robóticas blandas</p>	<p>SUBTITULO (SI LO TIENE)</p>
<p>AÑO DE PUBLICACION 2023</p>	<p>BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO Springer Nature</p>
<p>AUTOR Morris, Leah; Diteesawat, Richard; Rahman, Nahian; Turton, Ailie; Cramp, Mary; Rossiter, Jonathan</p>	
<p>BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(10) Morris L, Diteesawat RS, Rahman N, Turton A, Cramp M, Rossiter J. The-state-of-the-art of soft robotics to assist mobility: a review of physiotherapist and patient identified limitations of current lower-limb exoskeletons and the potential soft-robotic solutions. J Neuroeng Rehabil. 2023 Jan 30;20(1):18.</p>	
<p>PALABRAS CLAVE Discapacidades de movilidad, accidente cerebrovascular, envejecimiento, rehabilitación fisioterapéutica, exoesqueletos blandos</p>	
<p>IDEAS PRINCIPALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Los dispositivos de asistencia, como los exoesqueletos, ofrecen soluciones para superar las limitaciones de la rehabilitación tradicional, pero enfrentan desafíos en su adopción clínica. ● La rehabilitación fisioterapéutica busca garantizar la movilidad continua, pero las limitaciones de tiempo y recursos presentan desafíos. ● El envejecimiento de la población, junto con las mejoras en la atención médica, ha llevado a un aumento en la expectativa de vida de las personas con discapacidades. ● La movilidad reducida tiene efectos significativos en la calidad de vida, afectando el trabajo, la vida social y las actividades diarias. 	
<p>TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO La robótica blanda ayuda a la movilidad por envejecimiento</p>	
<p>OBJETIVO DEL ARTICULO El objetivo tiene como articulo principal el evaluar las perspectivas de los pacientes y fisioterapeutas sobre las limitaciones del exoesqueleto rígido, ofreciendo posibles soluciones a estas limitaciones desde la ingeniería</p>	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron seis temas principales que preocupaban a fisioterapeutas y pacientes en relación con las limitaciones de los exoesqueletos blandos: seguridad, enfoque único, facilidad de uso, peso y ubicación del dispositivo, costo y, específicamente para pacientes, la apariencia del dispositivo. Se propusieron soluciones de robótica blanda, como actuadores, sensores, accesorios adaptables y algoritmos de control. La apariencia del exoesqueleto fue menos importante para usuarios de sillas de ruedas, aunque hubo variaciones en las expectativas sobre su aspecto.

Además, se destaca que el principal desafío en la ingeniería de exoesqueletos blandos es desarrollar actuadores livianos, flexibles y potentes que permitan asistencia suave y segura en la movilidad natural. La preocupación común es evitar movimientos antinaturales, garantizar la adaptabilidad individual del dispositivo y mejorar la eficiencia y el tiempo de entrenamiento.

Se vislumbra un futuro con exoesqueletos totalmente blandos, integrados en prendas multifuncionales, ajustables en rigidez y deformación. La prioridad es lograr dispositivos livianos y portátiles con baterías duraderas, equilibrando eficiencia y comodidad. La asequibilidad es un factor clave, y se destaca la individualidad en las preferencias de apariencia de los usuarios. Para avanzar, se necesitan mejoras en actuadores, accesorios, sensores y estrategias de control adaptativo.

METODOLOGÍA

Se inició una revisión para abordar las perspectivas de pacientes y fisioterapeutas sobre exoesqueletos, priorizando los blandos debido a la escasez de literatura en este ámbito. La revisión incluyó estudios cualitativos y cuantitativos, priorizando artículos recientes y excepcionando un estudio relevante anterior a 2014. Aunque no se realizó una evaluación formal de calidad, se seleccionaron estudios con métodos de recopilación de datos transparentes.

El enfoque, liderado por un investigador de salud sin experiencia en ingeniería, buscó soluciones centradas en usuarios, evitando sesgos de ingenieros. La metodología involucró una búsqueda independiente de literatura, discusiones con expertos en fisioterapia y terapia ocupacional, y búsquedas adicionales para soluciones de ingeniería basadas en las necesidades del usuario. Investigadores con experiencia en ingeniería identificaron tecnologías avanzadas, proporcionando soluciones y orientación para el desarrollo de dispositivos de asistencia. Los hallazgos se integraron para crear una narrativa coherente.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El aporte principal de la investigación se relaciona con que destaca preocupaciones y consideraciones de diseño sobre exoesqueletos rígidos y blandos, incluida la seguridad y la percepción de movimientos antinaturales en los dispositivos rígidos. Además, explota tecnologías blandas más sofisticadas y sensibles a los movimientos del usuario, para abordar estas preocupaciones.

5.

<p>TITULO: Methodologies for evaluating exoskeletons with industrial applications / Metodologías para la evaluación de exoesqueletos con aplicaciones industriales.</p>	<p>SUBTITULO (SI LO TIENE)</p>
<p>AÑO DE PUBLICACION 2021</p>	<p>BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO Web of Science / Taylor & Francis</p>
<p>AUTOR Hoffmann, Nicolas; Prokop, Gilbert; Weidner, Robert</p>	
<p>BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(6) Hoffmann N, Prokop G, Weidner R. Methodologies for evaluating exoskeletons with industrial applications. Ergonomics. 2022 Feb 1;65(2):276–95.</p>	
<p>PALABRAS CLAVE Exoesqueletos industriales, carga laboral; riesgos musculoesqueléticos; estándar de metodologías, evaluación de rendimiento</p>	
<p>IDEAS PRINCIPALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Existe un interés en aumento por implementar exoesqueletos en entornos laborales para mejorar la carga de trabajo, reducir riesgos musculoesqueléticos y aumentar la productividad ● Los exoesqueletos industriales están diseñados para abordar tareas repetitivas, posturas no neutrales y cargas de trabajo significativas, siendo una solución prometedora en situaciones donde otras tecnologías no son aplicables ● Los exoesqueletos presentan diversas filosofías y morfologías adaptadas a requisitos específicos del lugar de trabajo, con posibles efectos físicos, psicológicos y cognitivos en los usuarios ● Se han realizado previamente revisiones sistemáticas que resumen el rendimiento de los exoesqueletos, abordando aspectos como el soporte de espalda, costos metabólicos y habilidades motoras 	
<p>TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.</p>	
<p>OBJETIVO DEL ARTICULO El objetivo principal del artículo es evaluar aspectos psicológicos, físicos y técnicos de los exoesqueletos empleados en lugares de trabajo industrial, proporcionando una matriz de comparación de prevalencia.</p>	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 74 artículos relacionados a las metodologías empleadas para la evaluación de exoesqueletos en la industria, con énfasis en los entornos de laboratorio, simulando entornos de trabajo con humanos. Cuatro evaluaron prototipos en entornos modelados sin sujetos. Cinco estudios de campo combinaron opiniones subjetivas, actividad muscular, rango de movimiento y fuerzas de compresión. Se investigaron 45 prototipos y 40 sistemas comerciales. Se evaluaron 59 sistemas pasivos y 26 activos, siendo solo sistemas pasivos usados en estudios de campo.

La evaluación de exoesqueletos varía según el desarrollo del sistema y la perspectiva del evaluador. Con prototipos, se busca validar conceptos, centrándose en funcionalidades técnicas. En estudios de campo con sistemas maduros, se enfoca en efectos a largo plazo y usabilidad. Sería ideal evaluar exoesqueletos en sesiones prolongadas para reflejar el uso diario y detectar cambios a largo plazo. Aunque la evaluación a corto plazo predomina, esto se debe a limitaciones de recursos, exigiendo una interpretación cuidadosa de los resultados para períodos más extensos.

METODOLOGÍA

La revisión sistemática utilizó la base de datos 'Web of Science Core Collection' para examinar documentos en inglés publicados entre enero de 2000 y diciembre de 2020. La selección de estudios se realizó mediante un proceso detallado, y los exoesqueletos fueron clasificados según su nivel de madurez, actuación y región del cuerpo soportada. Se realizaron distinciones en las configuraciones de prueba, incluyendo caso de uso, muestra, tipo de análisis (objetivo o subjetivo), y objetivos de investigación específicos.

En relación con la muestra, los datos se consideraron estadísticamente solo si se proporcionaba información completa. Los métodos de evaluación se examinaron en función de su relevancia para los objetivos de investigación. Los constructos evaluados incluyeron el desempeño laboral, aspectos cinemáticos, comodidad, alivio de carga, aceptación y usabilidad.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Uno de los principales aportes de la investigación se enfoca en la sugerencia constante de aspectos de importancia para la evaluación de los exoesqueletos industriales de manera completa. Además el estudio analiza y compara los términos de prueba, objetivos y muestra investigativa.

6.

TITULO: A framework for evaluation and adoption of industrial exoskeletons / Un marco para la evaluación y adopción de exoesqueletos industriales.	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2023	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO ScienceDirect
AUTOR Golabchi, Ali; Riahi, Negar; Fix, Mackenzie; Miller, Linda; Rouhani, Hossein; Tavakoli, Mahdi.	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(4) Golabchi A, Riahi N, Fix M, Miller L, Rouhani H, Tavakoli M. A framework for evaluation and adoption of industrial exoskeletons. Appl Ergon. 2023 Nov;113:104103.	
PALABRAS CLAVE Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, exoesqueletos industriales, evaluación de exoesqueletos, rendimiento laboral, implementación de exoesqueletos	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none">• Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WMSD) resultan de movimientos repetitivos, posturas forzadas o ritmos de trabajo que no permiten la recuperación adecuada.• Los exoesqueletos industriales buscan mejorar el rendimiento laboral, especialmente en la zona lumbar y las extremidades superiores, y pueden ser pasivos o activos.• La evaluación de exoesqueletos ha demostrado beneficios en la actividad muscular y metabólica, pero los métodos de evaluación varían, lo que limita la generalización de los resultados.• La falta de estudios en entornos de trabajo y la escasa atención a aspectos prácticos y económicos son limitaciones en la implementación de exoesqueletos industriales.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.	
OBJETIVO DEL ARTICULO El objetivo de la investigación es proponer un marco de ayuda para las organizaciones en la adopción y evaluación de exoesqueletos industriales.	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La literatura evidencia un interés en aumento por la incorporación de exoesqueletos en entornos industriales, destacando su potencial para prevenir trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WMSD) y mejorar la eficiencia laboral. Sin embargo, la falta de información detallada sobre los pasos precisos para adoptar eficazmente esta tecnología en entornos industriales es notable. Este estudio introduce un marco de adopción industrial que consta de seis fases: evaluación de viabilidad, selección de tareas, elección de exoesqueleto, logística de implementación, fase de prueba y adopción a largo plazo. Cada fase del marco genera un resultado que sirve como punto de control para asegurar la conclusión exitosa antes de avanzar a la siguiente etapa.

Aunque el marco fue desarrollado en colaboración con profesionales de la industria e investigadores, aún no ha sido validado a largo plazo en un entorno industrial. Una limitación adicional es la escasa investigación disponible sobre la adopción de exoesqueletos en entornos industriales, y a pesar de algunos estudios realizados, no existen pruebas suficientes para afirmar definitivamente la integración exitosa de exoesqueletos como solución a largo plazo. Por consiguiente, las futuras investigaciones se orientarán hacia la implementación del marco en entornos industriales, ajustes en el diseño de exoesqueletos y la evaluación del desempeño y la aceptación de los trabajadores con respecto al uso sostenido de exoesqueletos industriales.

METODOLOGÍA

Se optó por un diseño cualitativo para explorar las necesidades, inquietudes y consideraciones relacionadas con la adopción de exoesqueletos industriales. Se empleó un enfoque de grupo focal en lugar de métodos como encuestas y estudios observacionales debido a su capacidad para obtener comentarios más detallados y matizados.

Se seleccionaron participantes mediante muestreo dirigido, asegurando la inclusión de individuos con experiencia relevante en campos como la ingeniería mecánica, biomecánica, ergonomía e ingeniería eléctrica. El grupo focal incluyó 8 expertos en investigación y 8 profesionales de la industria con diversas experiencias y antecedentes. Las discusiones del grupo focal se dividieron en tres sesiones, facilitadas por un moderador neutral.

La primera sesión fue una lluvia de ideas general, la segunda exploró categorías específicas identificadas previamente, y la tercera sirvió como verificación final, asegurando la integridad y confiabilidad de los resultados a través de una revisión colectiva. Este enfoque combinó las percepciones de los participantes con hallazgos de la literatura y validación colectiva para generar resultados sólidos y comprensivos.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

La importancia de este estudio radica en los hallazgos presentados, en donde se promueve la adopción de exoesqueletos industriales, no solo en fases de estudios de campo, sino en el monitoreo a largo plazo, siendo este el factor diferencial con otros estudios.

7.

TITULO: Safety evaluation of human–robot collaboration for industrial exoskeleton / Evaluación de seguridad de la colaboración entre humanos y robots para exoesqueletos industriales	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2023	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO ScienceDirect
AUTOR Cai, Min; Ji, Ziling; Li, Qin; Luo, Xinggang	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(11) Cai M, Ji Z, Li Q, Luo X. Safety evaluation of human–robot collaboration for industrial exoskeleton. Saf Sci. 2023 Aug;164:106142.	
PALABRAS CLAVE Exoesqueletos portátiles, colaboración humano-robot, seguridad física, seguridad percibida, evaluación de riesgos	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none"> • Los exoesqueletos portátiles han sido ampliamente aplicados en campos médico, militar e industrial. • En la colaboración humano-robot, los exoesqueletos portátiles ayudan a reducir la carga laboral y mejorar la eficiencia. • La seguridad física y percibida son aspectos clave a considerar en la evaluación de exoesqueletos portátiles, especialmente en entornos industriales. • Existen preocupaciones sobre la seguridad del uso de exoesqueletos portátiles en la colaboración entre humanos y robots. 	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.	
OBJETIVO DEL ARTICULO Establecer un modelo de evaluación de seguridad de exoesqueletos industriales para relacionar la seguridad física de la colaboración entre robots de exoesqueletos industriales y humanos.	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN Este estudio evaluó la seguridad en la colaboración humano-robot mediante tres prototipos de exoesqueletos industriales. El exoesqueleto asistido por hombro (CS) mostró la mayor seguridad física, según la correlación calculada. La seguridad percibida, evaluada con el Cuestionario de Seguridad Percibida de Akalin, también favoreció al exoesqueleto CS, indicando una percepción consistente de seguridad entre los operadores humanos. La combinación de seguridad física y percibida concluyó que el exoesqueleto asistido por hombro CS es el más seguro en la colaboración humano-robot. Aunque el CS tuvo la puntuación general más alta, se destacó que el exoesqueleto asistido para miembros superiores (TA) posee una adaptabilidad de forma superior debido a su diseño de "encapsulación". Además, el exoesqueleto asistido flexible (FA), con su	

diseño de brazo de herramienta, demostró eficiencia en trabajos específicos relacionados con la perforación. La elección del prototipo debe considerarse según los requisitos del escenario operativo.

METODOLOGÍA

Este estudio desarrolló un modelo de evaluación de seguridad para la colaboración entre humanos y robots utilizando exoesqueletos industriales. El primer paso incluyó la creación de un sistema de índices de seguridad física a través de la revisión de la literatura y la aplicación de métodos de toma de decisiones grupales, seguido por la validación a través del método Delphi con expertos. En el segundo paso, se emplearon procesos de jerarquía analítica (AHP) y peso de entropía (EW) para asignar ponderaciones a los índices de seguridad física, garantizando la racionalidad.

El tercer paso consistió en seleccionar indicadores adecuados y construir un sistema de índices de evaluación de seguridad física utilizando AHP. Luego, se evaluó la seguridad física y percibida en el cuarto paso mediante análisis de correlación de grises y un cuestionario de seguridad percibida. Finalmente, en el quinto paso, se combinaron las evaluaciones de seguridad física y percibida para establecer un modelo integral de evaluación de seguridad para exoesqueletos industriales.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Este estudio aporta significativamente al campo de evaluación de seguridad en la colaboración humano-robot, centrándose en exoesqueletos industriales, ya que se logró la construcción de un sistema de índice de evaluación desde la perspectiva de un entorno humano-robot, estableciendo un modelo combinado para evaluar la seguridad de estos dispositivos. Además, aunque este estudio presenta contribuciones significativas, se reconocen limitaciones, ya que la investigación se centró en la percepción humana del robot, sin explorar la comunicación bidireccional.

TÍTULO: Modelling for design and evaluation of industrial exoskeletons: A systematic review / Modelado para el diseño y evaluación de exoesqueletos industriales: una revisión sistemática	SUBTÍTULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2023	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO ScienceDirect
AUTOR Ma, Teijun; Zhang, Yanxin; Choi, Sang; Xiong, Shuping	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER) (5) Ma T, Zhang Y, Choi SD, Xiong S. Modelling for design and evaluation of industrial exoskeletons: A systematic review. Appl Ergon. 2023 Nov;113:104100.	
PALABRAS CLAVE Trastornos musculoesqueléticos, exoesqueletos industriales, ergonomía, modelado y simulación y salud ocupacional	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none"> • Los exoesqueletos industriales se consideran una solución prometedora para mitigar los trastornos musculoesqueléticos, destacando su capacidad para preservar la creatividad y flexibilidad humanas en entornos laborales dinámicos. • Los exoesqueletos se dividen en activos y pasivos según la fuente de energía, presentando diferencias en el uso de actuadores y la necesidad de fuentes externas de energía. • Aunque los exoesqueletos ofrecen beneficios ergonómicos, pueden plantear desafíos, como tensión muscular, problemas de higiene y dependencia tecnológica. 	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.	
OBJETIVO DEL ARTICULO El artículo tiene como objetivo el proporcionar una comprensión sobre la evaluación y diseño de los exoesqueletos industriales por medio de los procesos de modelado.	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN <p>Los resultados de esta revisión sistemática indican que los enfoques de modelado disponibles permiten la evaluación de los efectos biomecánicos y fisiológicos de los exoesqueletos industriales, al mismo tiempo que ofrecen algunos parámetros para su diseño.</p> <p>La revisión sistemática abordó la literatura sobre el modelado de exoesqueletos industriales, destacando las capacidades y limitaciones de los métodos de última generación utilizados en el diseño y evaluación de estos dispositivos. Aunque los métodos de modelado existentes son capaces de analizar los efectos biomecánicos y fisiológicos de los exoesqueletos industriales, así como proporcionar algunos parámetros de diseño, presentan limitaciones al no abordar ciertas métricas claves respaldadas por evaluaciones experimentales. Además, la diversidad en los enfoques de modelado dificulta la construcción, implementación y evaluación uniforme de modelos para exoesqueletos industriales.</p>	

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un análisis sistemático mediante búsquedas de palabras clave en cinco bases de datos electrónicas en el periodo de las últimas dos décadas (2003-2022). De los 701 registros inicialmente recuperados, se consideraron y examinaron 33 artículos pertinentes en la revisión definitiva. Estos artículos abordaban diversas facetas, como la entrada al modelo, el desarrollo del modelo y los resultados obtenidos a través del modelado.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El estudio exhaustivo sobre exoesqueletos industriales destaca dos enfoques principales: métodos experimentales y de modelización. El enfoque de modelado, reconocido por su rapidez y bajo costo, evalúa efectos biomecánicos y fisiológicos, proporcionando parámetros de diseño. Aunque eficaz, presenta limitaciones al no abordar ciertas métricas respaldadas por evaluaciones experimentales, como rendimiento en tareas y experiencia del usuario. Se destaca la necesidad de investigaciones futuras para abordar estas limitaciones, enfocándose en áreas clave como la interacción humano-exoesqueleto y la validación de modelos, subrayando que a pesar de los avances, aún hay mucho por explorar y comprender en el uso de exoesqueletos industriales.

9.

TITULO: Evaluation Methods and Measurement Challenges for Industrial Exoskeletons / Métodos de evaluación y desafíos de medición para exoesqueletos industriales	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2023	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO Web of Science / MDPI
AUTOR Li-Baboud, Ya; Virts, Ann; Bostelman, Roger; Yoon, Soocheol; Rahman, Amaan; Rhode, Lucia; Ahmed, Nishat; Shah, Mili	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(12) Li-Baboud YS, Virts A, Bostelman R, Yoon S, Rahman A, Rhode L, et al. Evaluation Methods and Measurement Challenges for Industrial Exoskeletons. Sensors. 2023 Jun 15;23(12):5604.	
PALABRAS CLAVE Trastornos musculoesqueléticos, Ergonomía laboral, Evaluación de rendimiento, Métodos de evaluación estándar, exoesqueletos industriales.	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none">• Las ocupaciones de trabajadores y transportistas de carga fueron las más afectadas por los trastornos musculoesqueléticos.• Los factores de riesgo en la fabricación incluyen posturas incómodas, fuerza manual y manipulación de objetos.• Los exoesqueletos industriales se consideran una solución para reducir lesiones en el trabajo al mejorar la ergonomía de las tareas.• Las industrias minoristas, manufacturera y de servicios sociales y de salud representaron la mitad de los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo en 2018.• La falta de un marco estándar para evaluar exoesqueletos limita su aplicación efectiva en tareas industriales.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.	
OBJETIVO DEL ARTICULO Analizar el estado del arte en la medición aplicada de evaluación de exoesqueletos en entornos laborales.	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación práctica de exoesqueletos industriales proporciona una visión completa de las interacciones humano-exoesqueleto; sin embargo, enfrenta desafíos significativos. La variabilidad en entornos simulados y la representación limitada de la población son preocupaciones clave que requieren atención especial. En los estudios de laboratorio, se han explorado diversos enfoques para evaluar exoesqueletos de espalda, centrándose en la selección cuidadosa de sujetos de prueba como una estrategia efectiva para reducir la variabilidad.

La adaptación exitosa del exoesqueleto al usuario y la competencia del usuario son aspectos críticos que deben abordarse para garantizar tanto la eficacia como la seguridad del dispositivo. En relación con los desafíos de medición, es crucial abordar la variabilidad humana, la necesidad imperante de mediciones precisas y la gestión efectiva de las respuestas subjetivas. Para avanzar en este campo, se proponen futuras investigaciones, incluida la extensión de pruebas al campo y la mejora de la instrumentación mediante el desarrollo de algoritmos para el seguimiento preciso de la cinemática.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un estudio de desarrollo de métodos de prueba de exoesqueletos, con más de 100 participantes en tareas simuladas de fabricación industrial. Los datos recopilados, disponibles públicamente, incluyeron información sobre frecuencia cardíaca, movimiento, videos, seguimiento de articulaciones y encuestas. Estos datos fueron esenciales para avanzar en los métodos de medición de rendimiento y seguridad del exoesqueleto.

Los estudios también contribuyeron al desarrollo de estándares bajo el Comité F48 de ASTM, proporcionando métodos y estándares de información para evaluar la capacidad de los exoesqueletos en tareas industriales específicas. La clasificación propuesta de métricas y métodos de prueba estándar tiene como objetivo guiar a los futuros usuarios de exoesqueletos en la selección adecuada de métodos de prueba y métricas relevantes para sus necesidades.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Uno de los aportes más importantes de esta investigación se relaciona a la proporción de la revisión de los estándares actuales y de desarrollo, permitiendo evaluar ítems como ergonomía, usabilidad, desempeño de tareas y adaptación

10.

<p>TITULO: Manufacturing Industry Stakeholder Perspectives on Occupational Exoskeletons: Changes after a Brief Exposure to Exoskeletons / Perspectivas de las partes interesadas de la industria manufacturera sobre los exoesqueletos ocupacionales: cambios después de una breve exposición a los exoesqueletos</p>	<p>SUBTITULO (SI LO TIENE)</p>
<p>AÑO DE PUBLICACION 2023</p>	<p>BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO PubMed</p>
<p>AUTOR Narasimhan, Rahul; Upasani, Satyajit; Gonzales, Alec; Aviles, Jessica; Cha, Jackie; Srinivasan, Divya</p>	
<p>BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(13) Raghuraman RN, Upasani S, Gonzales A, Aviles J, Cha J, Srinivasan D. Manufacturing Industry Stakeholder Perspectives on Occupational Exoskeletons: Changes after a Brief Exposure to Exoskeletons. IISE Trans Occup Ergon Hum Factors. 2023 Sep 25;1–10.</p>	
<p>PALABRAS CLAVE Exoesqueletos ocupacionales, usabilidad y aceptabilidad, factores de adopción tecnológica, implementación práctica, percepción de stakeholders</p>	
<p>IDEAS PRINCIPALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Existe una necesidad para comprender factores contextuales que permitan superar barreras en la adopción de exoesqueletos en el ámbito laboral. ● Es necesario el desarrollo de exoesqueletos para mitigar riesgos laborales y reducir demandas físicas en la fabricación. ● Hay un impacto positivo de la exposición breve a exoesqueletos pasivos en la percepción de utilidad y seguridad. 	
<p>TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.</p>	
<p>OBJETIVO DEL ARTICULO El objetivo del artículo se enfocó en documentar y reportar las percepciones de las tecnologías de exoesqueletos, a causa de la exposición física a variedad de exoesqueletos.</p>	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentó una introducción a los exoesqueletos (EXO) que generó una influencia positiva en las percepciones de utilidad y seguridad según los trabajadores y las partes interesadas. Sin embargo, las preocupaciones de los trabajadores sobre la usabilidad y aceptabilidad no experimentaron cambios significativos. Los participantes expresaron preferencias más marcadas por determinadas tecnologías de exoesqueletos en términos de facilidad de uso, mejoras de rendimiento y aplicabilidad.

Se observó que la exposición efectiva a exoesqueletos ocupacionales, incluso si es breve, produce modificaciones en las percepciones de utilidad y seguridad por parte de los trabajadores y las partes interesadas. Para futuras investigaciones sobre percepciones tecnológicas e intención de uso de exoesqueletos, podría ser pertinente considerar la exposición física a estos dispositivos, especialmente cuando se trata de tecnologías innovadoras como los exoesqueletos.

METODOLOGÍA

Se recopilaron las percepciones de 22 individuos provenientes de diversas industrias manufactureras, quienes compartieron sus opiniones antes y después de la evaluación de siete exoesqueletos ocupacionales distintos, diseñados para proporcionar soporte pasivo a los brazos y respaldo para la espalda.

Durante este proceso, se registraron las expectativas respecto a los exoesqueletos, los factores y barreras que podrían influir en su adopción en entornos laborales específicos, así como las acciones que consideran necesarias para implementar estas tecnologías. Además, los participantes completaron cuestionarios de usabilidad después de cada prueba de exoesqueleto.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Se evidencia como principal aporte de investigación un apoyo y ayuda a los interesados de la industria para el entendimiento de los factores de adopción de tecnología para planificar el despliegue del exoesqueleto

11.

<p>TITULO: Insights into evaluating and using industrial exoskeletons: Summary report, guideline, and lessons learned from the interdisciplinary project “Exo@Work” / Información sobre la evaluación y el uso de exoesqueletos industriales: informe resumido, directrices y lecciones aprendidas del proyecto interdisciplinario “Exo@Work”</p>	<p>SUBTITULO (SI LO TIENE)</p>
<p>AÑO DE PUBLICACION 2023</p>	<p>BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO ScienceDirect</p>
<p>AUTOR Ralfs, Lennart; Hoffmann Niclas; Glitsch, Ulrich; Heinrich, Kai; Johns, Jasper; Weidner, Robert</p>	
<p>BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER) (14)</p>	
<p>PALABRAS CLAVE Exoesqueletos, Prevención laboral, estándares de prueba, tecnología emergente, trastornos musculoesqueléticos</p>	
<p>IDEAS PRINCIPALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Los exoesqueletos se clasifican en sistemas activos y pasivos y abordan diversas áreas del cuerpo, ganando relevancia en la industria. ● Los exoesqueletos representan una tecnología emergente con potencial para aliviar el esfuerzo físico en entornos laborales estresantes. ● Los factores como los efectos secundarios y la falta de un estándar de producto dificultan la implementación efectiva de exoesqueletos en operaciones industriales. ● Aunque se han realizado estudios en laboratorios y algunos sectores industriales, la adopción generalizada de exoesqueletos enfrenta desafíos, como la falta de evidencia a largo plazo y estándares de prueba uniformes. 	
<p>TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.</p>	
<p>OBJETIVO DEL ARTICULO El objetivo del artículo es realizar una recopilación de resultados de estudios en términos de hallazgos generales y proporcionar recomendaciones en la adopción de exoesqueletos industriales.</p>	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

"Exo@Work" adoptó una estrategia de métodos mixtos para evaluar exoesqueletos, reflejando así la necesidad de un enfoque integral de evaluación, respaldado por otros estudios. No obstante, los resultados y el enfoque de evaluación presentados no se consideran exhaustivos debido a la diversidad de métodos de evaluación disponibles. Debido a la diversidad de métodos y al esfuerzo en la realización y análisis de mediciones cuantitativas, los estudios incluyeron grupos variables de personas y tamaños de muestra fluctuantes.

Contratar trabajadores industriales específicos para estudios de laboratorio resultó difícil, y en su lugar, se reclutaron estudiantes o jóvenes sin experiencia específica en montaje o logística. La estrategia de métodos mixtos destacó la ausencia de un método universal para evaluar exoesqueletos. Revisiones previas respaldan esta afirmación. Aunque los estudios utilizan un método específico, proporcionan resultados útiles, a pesar de centrarse en criterios mensurables cuantitativa o cualitativamente. Es recomendable utilizar varios métodos complementarios para evaluar exoesqueletos, abordando variables de evaluación específicas para diferentes partes interesadas.

Se desarrolló una matriz de criterios-métodos para guiar la evaluación de los efectos de soporte de los exoesqueletos, con prioridad para métodos como modelado y simulación, actividad muscular, análisis de movimiento, carga cardiovascular, dinamometría, análisis de tejidos, motricidad fina, y percepción y actitud subjetiva.

METODOLOGÍA

Dado que no hay un único método que permita una evaluación completa de los exoesqueletos, se optó por una estrategia de métodos mixtos en el proyecto, que involucra charlas de expertos, investigaciones en el lugar de trabajo y estudios de cuestionarios.

Las conversaciones con expertos implicaron entrevistas semiestructuradas con 18 partes interesadas, proporcionando información esencial para el desarrollo del proyecto. Las investigaciones sobre el uso de exoesqueletos se realizaron en entornos de laboratorio y campo, con 78 participantes, incluyendo jóvenes trabajadores y talleres con futuros usuarios. Además, se llevó a cabo un estudio de cuestionario con 33 empleados para evaluar la aceptación y usabilidad de exoesqueletos.

Este enfoque de múltiples capas permitió una evaluación integral desde diversas perspectivas y criterios, adaptándose a los objetivos específicos de cada investigación y considerando la diversidad de la muestra. Las charlas de expertos se llevaron a cabo en el primer año del proyecto, precediendo a las investigaciones centradas en los efectos del uso y la aceptación.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

La investigación "Exo@Work" empleó una combinación de métodos para obtener información y derivar recomendaciones para la evaluación y uso de exoesqueletos en entornos industriales. A través de entrevistas con expertos, estudios en el lugar de trabajo y encuestas de aceptación y usabilidad, se abordaron preguntas clave sobre cómo evaluar los exoesqueletos de manera estructurada y qué recomendaciones se pueden derivar para su uso.

Los aportes concretos incluyen una comprensión más profunda de cómo los exoesqueletos pueden apoyar a los trabajadores en tareas específicas y regiones corporales. Además, al ofrecer recomendaciones prácticas basadas en evidencia, la investigación facilita la toma de decisiones informadas por parte de las empresas.

12.

<p>TITULO:Exoskeleton Usability Questionnaire: a preliminary evaluation questionnaire for the lower limb industrial exoskeletons / Cuestionario de usabilidad de exoesqueletos: un cuestionario de evaluación preliminar para exoesqueletos industriales de miembros inferiores</p>	<p>SUBTITULO (SI LO TIENE)</p>
<p>AÑO DE PUBLICACION 2023</p>	<p>BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO PubMed</p>
<p>AUTOR Hussain, Muhammad; Kong, Yong; Park, Sang; Shim, Hyun; Par, Jaehyun</p>	
<p>BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(15) Hussain M, Kong YK, Park SS, Shim HH, Park J. Exoskeleton Usability Questionnaire: a preliminary evaluation questionnaire for the lower limb industrial exoskeletons. Ergonomics. 2023 Dec 19;1–10.</p>	
<p>PALABRAS CLAVE Exoesqueleto de extremidades, trastornos musculoesqueléticos, análisis factorial exploratorio y confirmatorio, evaluación de usabilidad en entornos laborales</p>	
<p>IDEAS PRINCIPALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Se presenta la identificación de cuatro factores principales en la evaluación de usabilidad: movilidad, adaptabilidad, manejo y seguridad. ● Hay una contribución potencial de los hallazgos para evaluar la usabilidad de exoesqueletos en entornos laborales, con el objetivo de reducir los trastornos musculoesqueléticos (TME) en extremidades inferiores. ● Hay un desarrollo de un Cuestionario de Usabilidad de Exoesqueleto (EUQ) preliminar para exoesqueletos de extremidades inferiores. 	
<p>TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.</p>	
<p>OBJETIVO DEL ARTICULO El articulo buscó verificar y desarrollar un cuestionario de usabilidad de un exoesqueleto de extremidades inferiores.</p>	
<p>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</p> <p>El proceso condujo al desarrollo de un cuestionario completo de evaluación de la usabilidad destinado a robots exoesqueletos, el cual se estructuró en torno a cuatro factores clave: movilidad, adaptabilidad, manejo y seguridad. Este estudio anticipa que sus descubrimientos resultarán beneficiosos para la evaluación de la usabilidad de exoesqueletos de extremidades inferiores, aplicables tanto en entornos de producción general como en actividades agrícolas. Estos aportes tienen el potencial de contribuir a la disminución de la incidencia de Trastornos Musculoesqueléticos (TME) en las extremidades inferiores.</p>	

METODOLOGÍA

Se realizó un experimento en el que 20 individuos ejecutaron una tarea particular mientras utilizaban tres robots diseñados para las extremidades inferiores. Estos participantes proporcionaron evaluaciones subjetivas a través de un cuestionario específicamente elaborado. Los datos recopilados fueron sometidos a un análisis detallado mediante la aplicación de técnicas de análisis factorial exploratorio y confirmatorio (AFC).

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Uno de los aportes principales del tema de la investigación se enfoca en la agrupación de factores de movilidad, seguridad, manejo y adaptabilidad, aportando así una herramienta de evaluación de usabilidad del exoesqueleto, reduciendo los trastornos musculoesqueléticos

13.

TITULO: Towards a Functional Performance Validation Standard for Industrial Low-Back Exoskeletons: State of the Art Review / Hacia un estándar de validación del rendimiento funcional para exoesqueletos industriales de espalda baja: revisión del estado del arte	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2021	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO Web of Science / MDPI
AUTOR Pesenti, Mattia; Antonietti, Alberto; Gandolla, Marta; Pedrocchi, Alessandra	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER) (1) Pesenti M, Antonietti A, Gandolla M, Pedrocchi A. Towards a Functional Performance Validation Standard for Industrial Low-Back Exoskeletons: State of the Art Review. Sensors. 2021 Jan 26;21(3):808.	
PALABRAS CLAVE Industria 4.0, Estándares de validación, exoesqueletos, dispositivos de asistencia, espalda baja	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none">• La evolución de los exoesqueletos se ha extendido desde aplicaciones médicas y de rehabilitación hasta su uso en el sector industrial, motivado por la Industria 4.0 y la necesidad de reducir la carga física en trabajadores.• La falta de estándares de validación para los exoesqueletos industriales dificulta su adopción, y la evaluación rigurosa de su desempeño es esencial para su aceptación y uso efectivo.• Los dispositivos de asistencia, incluyendo los exoesqueletos, han experimentado un crecimiento significativo en diversos campos como la industria y la salud.• El desarrollo tecnológico ha permitido mejorar la experiencia del usuario y la confiabilidad de los exoesqueletos, que inicialmente se diseñaron para aumentar la fuerza humana.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para la industria	
OBJETIVO DEL ARTICULO Proponer y establecer una revisión sistemática del estado del arte para el desempeño de exoesqueletos lumbares en trabajadores industriales	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se destaca la prevalencia de la actividad muscular basada en EMG como métrica común, evidenciando una reducción del 10% al 40% con el uso del exoesqueleto. Las métricas del dominio funcional muestran discrepancias, subrayando la necesidad de respaldo con métricas de otros dominios. En cuanto al diseño, se observa una creciente preferencia por exoesqueletos pasivos en entornos industriales debido a su menor costo y mantenimiento fácil. Los dispositivos híbridos también ganan interés, pero requieren sistemas de control sofisticados.

Se señala un significativo desequilibrio de género en los estudios analizados, con un 88.89% de participantes masculinos. La falta de consideración de diseños específicos de género en los exoesqueletos es un aspecto notable. La evaluación a largo plazo en entornos del mundo real es esencial para comprender la efectividad de los exoesqueletos. Se destaca la importancia de la confiabilidad de las métricas a lo largo del tiempo y entre sesiones para evaluaciones repetidas y la comprensión de los efectos a largo plazo.

En el marco de validación propuesto, se sugiere combinar métricas de dominios específicos, abordando aspectos musculares, funcionales, de fuerza/torsión, metabólicos y subjetivos. Se enfatiza la necesidad de considerar la diversidad de métricas para una evaluación integral de los exoesqueletos de espalda baja en entornos industriales.

METODOLOGÍA

Se definieron palabras clave para la búsqueda de estudios sobre exoesqueletos lumbares, categorizándolas en accionamiento, tipo de dispositivo y parte del cuerpo asistida. La búsqueda se realizó en bases de datos como PubMed y Web of Science, limitando los resultados a documentos publicados entre 2009 y junio de 2020.

Se aplicaron criterios de exclusión para eliminar duplicados, falsos positivos y estudios irrelevantes. Tras una selección inicial, se analizaron en profundidad 23 estudios centrados en las características técnicas de los exoesqueletos y en las estrategias de validación utilizadas, con un enfoque en la evaluación de su efectividad en la asistencia física del usuario final. El proceso se presenta en un diagrama PRISMA.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Se destaca la importancia de establecer un marco de validación con métricas específicas para exoesqueletos de espalda baja, con el objetivo de allanar el camino hacia estándares industriales rigurosos. Además, la revisión de 23 estudios sobre exoesqueletos lumbares en la industria revela limitaciones para realizar comparaciones significativas debido a disparidades en poblaciones, configuraciones experimentales y métricas utilizadas.

14.

TÍTULO: A comparative muscular assessment of the exoskeleton in a scaffold building operation, case study. / Evaluación muscular comparativa del uso de un exoesqueleto en la operación de armado de andamios, caso de estudio	SUBTÍTULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2022	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO Redalyc
AUTOR Peláez, Sebastián; Martínez, Oscar; Muñoz, Rodrigo, Mondragón, Iván; Zea, Christian	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(16) Peláez S, Martínez O, Muñoz R, Mondragón I, Zea C. A comparative muscular assessment of the exoskeleton in a scaffold building operation, case study. Ingeniería y competitividad. 2022;24(2).	
PALABRAS CLAVE Ergonomía, Electromiografía, Condiciones de Trabajo, Exoesqueleto.	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none">• En 2018, Colombia registró 9.9 millones de empleados y una tasa de accidentes laborales del 5.29 por cada 100,000 trabajadores. El proyecto con Enel-Codensa, empresa eléctrica colombiana, utilizó exoesqueletos para mejorar la ergonomía de los trabajadores industriales.• Estudios demuestran que reducen significativamente los TME, con disminuciones de hasta un 40% en la actividad muscular, especialmente en la espalda, durante movimientos dinámicos y estáticos.• La evaluación del esfuerzo muscular y los riesgos en miembros superiores se llevó a cabo, incluyendo pruebas simuladas por encima de los hombros, con y sin exoesqueletos, siguiendo métodos similares a otros sectores económicos en Colombia.• Existen dos tipos principales: pasivos y activos, con derivaciones como pseudopasivos e híbridos. Se utilizan en diversos campos, como medicina, manufactura e incluso el ejército.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para la industria	
OBJETIVO DEL ARTICULO Determinar la producción de disminución de esfuerzo muscular en los trabajadores ante el uso del exoesqueleto, en comparación de personas expertas e inexpertas	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio de las condiciones laborales de linieros durante el montaje de torres eléctricas, se empleó un método que simula estas tareas en un entorno controlado. Se identificaron riesgos musculares, especialmente en los músculos del antebrazo y brazo, indicando la necesidad de rediseñar exoesqueletos para mayor seguridad, especialmente en trabajos a alturas.

Los resultados de estudios de laboratorio muestran una diferencia estadísticamente significativa en la activación muscular al usar exoesqueletos, destacando su capacidad para reducir la activación muscular, incluso si la diferencia es pequeña pero estadísticamente relevante. Es esencial realizar evaluaciones en entornos reales, ajustando los exoesqueletos según las necesidades y proporcionando la indumentaria de seguridad adecuada.

En comparación con otros estudios, el uso del exoesqueleto en el montaje de andamios mostró reducción estadística en seis músculos, con una disminución promedio del 1% al 4% en la actividad muscular. Aunque los riesgos pueden trasladarse a otras áreas del cuerpo, el exoesqueleto beneficia la actividad al reducir la actividad muscular. Se destaca la necesidad de explorar métodos y tecnologías adicionales para mejorar el rendimiento en diversas condiciones laborales.

METODOLOGÍA

En este caso de estudio, se evaluaron las condiciones musculares durante la simulación del montaje de torres de líneas eléctricas con la construcción de un andamio. Participaron doce trabajadores expertos y ocho no expertos. Se utilizaron sensores de electromiografía para medir la actividad muscular de diversos grupos, como los extensores y flexores del carpo, el bíceps, el deltoides medio, el trapecio superior y el dorsal ancho.

Durante la prueba, los sujetos construyeron un andamio con y sin un exoesqueleto, descansando entre las actividades. El exoesqueleto utilizado fue el COMAU MATE, diseñado para asistir en la fabricación y el montaje en líneas de producción. Se registraron las señales de actividad muscular y se procesaron utilizando algoritmos en Matlab. La prueba mostró cómo el exoesqueleto afecta la activación muscular en comparación con realizar la tarea sin él, destacando la importancia de estudios continuos sobre la eficacia y seguridad de estos dispositivos en diversas condiciones laborales.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El mayor aporte de esta investigación a la academia es la demostración de la comparación con las diferencias estadísticas en relación con el uso del exoesqueleto en la reducción de la actividad muscular. En contraste, al analizar la diferencia entre los individuos pertenecientes al grupo de trabajadores y los voluntarios novatos, se hace evidente que el segundo grupo experimentó una menor demanda muscular en comparación con los trabajadores.

15.

TITULO: A Systematic Review of Industrial Exoskeletons for Injury Prevention: Efficacy Evaluation Metrics, Target Tasks, and Supported Body Postures / Una revisión sistemática de exoesqueletos industriales para la prevención de lesiones: métricas de evaluación de eficacia, tareas específicas y posturas corporales con apoyo	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2022	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO Web of Science / MDPI
AUTOR Golabchi, Ali; Chao, Andrew; Tvakoli, Mahdi	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(17) Golabchi A, Chao A, Tavakoli M. A Systematic Review of Industrial Exoskeletons for Injury Prevention: Efficacy Evaluation Metrics, Target Tasks, and Supported Body Postures. Sensors. 2022 Apr 1;22(7):2714.	
PALABRAS CLAVE Trastornos musculoesqueléticos, exoesqueletos industriales, evaluación de efectividad, tareas objetivo, posturas corporales	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none">• Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WMSD) son una preocupación significativa en entornos laborales, contribuyendo a una cantidad considerable de días de ausencia y costos económicos.• La introducción de exoesqueletos en entornos industriales ha despertado interés como medida para reducir la exposición a los WMSD y mejorar la productividad.• Aunque los exoesqueletos han ganado popularidad en aplicaciones industriales, la adopción a gran escala se ve limitada por desafíos únicos, especialmente en la evaluación de su efectividad para diversas aplicaciones.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para las lesiones	
OBJETIVO DEL ARTICULO El objetivo de la investigación es implementar el marco para mejorar la adopción y aceptación de exoesqueletos y minimización de trastornos musculoesqueléticos.	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 42 estudios analizados, 26 emplearon respuestas subjetivas, como encuestas de RPE y malestar. En términos de métricas objetivas, se utilizaron EMG en 33 estudios, captura de movimiento en 18, placas de fuerza en 8, evaluación de la frecuencia cardíaca en 8, evaluación del consumo de oxígeno y costo metabólico en 7, evaluación del rendimiento en 3, evaluación del rango de movimiento en 1 y evaluación del agarre manual y vibración de los hombros en 1 cada uno.

Es crucial destacar que enfocarse exclusivamente en métricas de evaluación de eficacia puede resultar en análisis incompletos, ya que estudios similares pueden arrojar resultados divergentes. Por ejemplo, diferentes evaluaciones del exoesqueleto Laevo generaron calificaciones de usabilidad variadas. Además, la postura corporal adoptada durante las tareas experimentales es fundamental para comprender el impacto del exoesqueleto en distintas áreas del cuerpo. Las posturas más comunes incluyeron empujar, tirar, girar, sentarse, pararse, arrodillarse, doblarse y ponerse en cuclillas.

La función de evaluación de la tarea objetivo, que representa la actividad para la cual se utiliza el exoesqueleto, también se considera esencial. Los estudios revisados abordaron tareas de manipulación manual, tareas estáticas y tareas que involucraban el uso de herramientas, entre otras. Es fundamental definir la tarea y considerar la postura adoptada, ya que ambos aspectos pueden afectar significativamente los resultados del análisis. En general, la integración de estas funciones de evaluación, incluidas métricas objetivas, posturas corporales y tareas objetivo, es esencial para obtener un análisis completo del impacto de los exoesqueletos

METODOLOGÍA

Se establecieron criterios de búsqueda para identificar literatura que evaluara exoesqueletos pasivos en el ámbito industrial, abarcando diferentes términos como exotrajes y robots portátiles. La búsqueda también consideró exoesqueletos diseñados para distintas partes del cuerpo y se enfocó en aplicaciones ocupacionales mediante palabras clave como "ocupacional", "trabajo" e "industrial".

Estas palabras clave se utilizaron en combinación con operadores booleanos en las bases de datos Scopus y PubMed, limitando los resultados a estudios en inglés publicados entre 1990 y 2021. Inicialmente, se identificaron 2561 estudios, que se redujeron a 42 después de aplicar criterios de exclusión y eliminar duplicados y revisiones sistemáticas.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El aporte principal de esta investigación se enfoca en los métodos de evaluación de los exoesqueletos más modernos, dados los estudios y las características de información de hallazgos. Así mismo, se plantea un marco de evaluación que propone un enfoque tridimensional iterativo para la evaluación y la implementación de exoesqueletos en entornos industriales

16.

TITULO: Wearable Exoskeletons on the Workplaces: Knowledge, Attitudes and Perspectives of Health and Safety Managers on the implementation of exoskeleton technology in Northern Italy / Exoesqueletos portátiles en los lugares de trabajo: conocimientos, actitudes y perspectivas de los gerentes de salud y seguridad sobre la implementación de tecnología de exoesqueletos en el norte de Italia.	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2022	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO PubMed
AUTOR Ricco, Matteo; Ranzieri, Silvia; Vezzosi, Luigi; Balzarini, Federica; Bragazzi, Luigi	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(18) Ricco M, Ranzieri S, Vezzosi L, Balzarini F, Bragazzi NL. Wearable Exoskeletons on the Workplaces: Knowledge, Attitudes and Perspectives of Health and Safety Managers on the implementation of exoskeleton technology in Northern Italy. Acta Biomed. 2022 Jan 19;92(6):e2021310.	
PALABRAS CLAVE Esqueletos portátiles, tensiones biomecánicas, salud y seguridad laboral, trastornos musculoesqueléticos	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none">• Los exoesqueletos portátiles (WE) son dispositivos electromecánicos diseñados para respaldar o aumentar el rendimiento físico humano.• El uso extensivo de WE podría significativamente disminuir la fatiga y los trastornos musculoesqueléticos asociados con tareas manuales, contribuyendo a la seguridad laboral.• A pesar del rápido interés en la implementación de WE, existen percepciones erróneas influenciadas por los medios y ficciones que pueden obstaculizar su adopción.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.	
OBJETIVO DEL ARTICULO Analizar el conocimiento, las actitudes y las creencias personales (en conjunto conocidas como CAP) de los gerentes de salud y seguridad (HSM) hacia los exoesqueletos (EE).	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de la falta de estándares y los resultados contradictorios sobre los exoesqueletos (WE) en la manipulación de cargas, se observa un aumento en su uso. La encuesta revela que, aunque pocos tienen experiencia directa, aproximadamente un tercio de los participantes muestra actitudes favorables hacia los WE. Esto se atribuye a expectativas elevadas y a la percepción de seguridad de estos dispositivos. Sin embargo, las evidencias sobre su eficacia son inconsistentes, y se destaca la necesidad de prestar atención al diseño y adaptación precisa de estos dispositivos al entorno laboral.

METODOLOGÍA

En el estudio transversal realizado en octubre de 2018, se examinaron las Conocimientos, Actitudes y Perspectivas (CAP) de 59 Gerentes de Salud y Seguridad (HSM) hacia la adopción de exoesqueletos (WE) en entornos laborales. La muestra, compuesta por HSM internos y externos de empresas locales, participó de manera voluntaria y anónima. Se utilizó un cuestionario estructurado para evaluar factores demográficos, actitudes y conocimientos relacionados con los WE.

La recopilación de datos se realizó exclusivamente de aquellos que expresaron su consentimiento para participar en el estudio. Los datos se analizaron estadísticamente, controlando por edad y sexo de los encuestados.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El estudio permitió sugerir que la implementación de los exoesqueletos es posible en los lugares de trabajo, proporcionando no solo una actitud positiva, sino también una disminución del estrés y la ansiedad laboral.

17.

TITULO: Critical review on applications and roles of exoskeletons in patient handling / Revisión crítica sobre aplicaciones y funciones de los exoesqueletos en el manejo de pacientes.	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2022	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO ScienceDirect
AUTOR Zheng, Liying; Hawke, Ashley; Evans, Kimeran	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(19) Zheng L, Hawke AL, Evans K. Critical review on applications and roles of exoskeletons in patient handling. Int J Ind Ergon. 2022 May;89:103290.	
PALABRAS CLAVE Trastornos musculoesqueléticos, esfuerzo excesivo, movilidad y manejo seguro del paciente, exoesqueletos en salud.	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none">• Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son una preocupación significativa en la industria de la salud, siendo el esfuerzo excesivo uno de los principales desencadenantes.• Las actividades de manipulación manual de pacientes son la principal causa de eventos de sobreesfuerzo en el sector de la salud, con riesgos para la seguridad de los trabajadores y los pacientes.• Los programas de Movilidad y Manejo Seguro del Paciente (SPHM) con equipos mecánicos han demostrado reducir las tasas de TME en trabajadores de la salud.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo.	
OBJETIVO DEL ARTICULO Proporcionar información a los profesionales de la salud sobre los exoesqueletos y la tecnología emergente en la industria	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN <p>Dado el rápido avance de la tecnología de exoesqueletos, esta revisión podría no abarcar todas las posibles aplicaciones y funciones que estos dispositivos podrían tener en el manejo de pacientes. No obstante, se destaca la creciente demanda de exoesqueletos innovadores y dispositivos de asistencia "inteligentes" para mitigar los trastornos musculoesqueléticos (TME) en trabajadores de la salud, mejorando así la seguridad y la calidad de la atención a los pacientes.</p> <p>Se subraya que la intención no es reemplazar los programas existentes de Movilidad y Manejo Seguro del Paciente (SPHM), sino complementarlos de manera sinérgica. La esperanza es que los nuevos productos de exoesqueletos encuentren aplicación en entornos de atención médica especializados o no controlados. Cabe destacar que las expectativas y requisitos para los exoesqueletos varían según el entorno sanitario en el que se utilicen.</p>	

METODOLOGÍA

Este análisis exhaustivo se centró en investigar la implementación de exoesqueletos en tareas de manipulación de pacientes a través de la revisión de artículos específicos y la consulta de bases de datos gubernamentales y otros estudios relacionados con programas de Movilidad y Manejo Seguro del Paciente (SPHM) y exoesqueletos en general.

La revisión reveló una escasa disponibilidad de exoesqueletos diseñados exclusivamente para el manejo de pacientes. Con el objetivo de comprender las necesidades y desafíos del uso de exoesqueletos para reducir riesgos musculoesqueléticos en el personal de salud durante el manejo de pacientes, se proporcionó una descripción general de problemas actuales y futuras cargas proyectadas, se identificaron funciones y aplicaciones de exoesqueletos existentes, y se señalaron desafíos y requisitos para futuros desarrollos en este ámbito.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El aporte investigativo de este artículo se enfoca en la información de avance tecnológico de los exoesqueletos, permitiendo una visión de las aplicaciones y funciones en el manejo de pacientes y de las personas en el ámbito laboral

18.

TITULO: An industrial exoskeleton user acceptance framework based on a literature review of empirical studies / Un marco de aceptación del usuario de exoesqueletos industriales basado en una revisión de la literatura de estudios empíricos	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2022	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO ScienceDirect
AUTOR Elprama, Shirley; Vanderborght, Bram; Jacobs, An	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(20) Elprama SA, Vanderborght B, Jacobs A. An industrial exoskeleton user acceptance framework based on a literature review of empirical studies. Appl Ergon. 2022 Apr;100:103615.	
PALABRAS CLAVE Automatización, exoesqueletos, diseños ergonómicos, trastornos musculares relacionados al trabajo	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none">• Los trastornos musculares relacionados con el trabajo (WRMD) afectan al 60% de los europeos, siendo más prevalentes en trabajadores de la agricultura y las fábricas.• La automatización total es una solución potencial, pero no siempre es viable financieramente.• Los exoesqueletos activos y pasivos se presentan como herramientas prometedoras para prevenir los WRMD al brindar soporte durante ciertos movimientos.• El diseño ergonómico del lugar de trabajo y el uso de dispositivos de asistencia, como los exoesqueletos, son alternativas para reducir los WRMD.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para la industria	
OBJETIVO DEL ARTICULO Generar un marco teórico que sirva para el estudio de la introducción de exoesqueletos en el entorno laboral	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El equipo de desarrolladores de exoesqueletos considera que el marco propuesto tiene un potencial significativo para beneficiar a la comunidad de exoesqueletos y diversos sectores relacionados. Este marco se presenta como una valiosa herramienta para los diseñadores de exoesqueletos, ofreciéndoles una lista de verificación que pueden aplicar en diferentes fases del desarrollo de estos dispositivos. Al incorporar los elementos de este marco de manera iterativa y centrada en el ser humano, los diseñadores pueden abordar de manera más completa los desafíos asociados con la aceptación y uso de los exoesqueletos.

Además, el marco propuesto también se destaca como una guía estructurada para los investigadores interesados en estudiar la adopción de tecnología, brindándoles una herramienta para examinar la experiencia humana en la utilización de exoesqueletos en entornos laborales. Asimismo, para las empresas que consideran la implementación de exoesqueletos, este marco proporciona una estructura integral para evaluar y comprender la aceptación potencial de estos dispositivos por parte de los trabajadores.

En última instancia, para los posibles usuarios finales, este marco representa una contribución valiosa al garantizar que los exoesqueletos sean diseñados y adoptados de manera que satisfagan sus necesidades y expectativas. La consideración de estos elementos desde las etapas iniciales del desarrollo hasta la implementación práctica puede mejorar significativamente la experiencia del usuario y, por ende, fomentar una adopción más exitosa y generalizada de los exoesqueletos en diversos entornos laborales.

METODOLOGÍA

El estudio fue una búsqueda de literatura con la identificación de factores importantes para la aceptación del exoesqueleto en la industria. No se realiza especificaciones amplias sobre la metodología de investigación.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El aporte principal a la investigación se enfocó en el estudio y aceptación de cinco temas: políticas, psicosociales, implementación, fisiología y factores relacionados con el trabajo, dando paso a la influencia en su aceptación en la industria.

19.

TITULO: Benchmarking occupational exoskeletons: Evidence mapping systematic review / Evaluación comparativa de exoesqueletos ocupacionales: una revisión sistemática del mapeo de evidencia	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2022	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO ScienceDirect
AUTOR De Bock, Sander; Ghillebert, Jo; Govaerts, Renée; Tassignon, Bruno; Rodriguez-Guerrero, Carlos; Crea, Simona; Veneman, Jan; Geeroms, Joost; Meeusen, Romain	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER) (7) De Bock S, Ghillebert J, Govaerts R, Tassignon B, Rodriguez-Guerrero C, Crea S, et al. Benchmarking occupational exoskeletons: An evidence mapping systematic review. Appl Ergon. 2022 Jan;98:103582.	
PALABRAS CLAVE Trastornos musculoesqueléticos, exoesqueletos ocupacionales, asistencia física en el trabajo	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none">• La prevalencia de dolor lumbar, de hombros o de cuello en trabajadores europeos destaca la necesidad de soluciones efectivas para prevenir trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo.• Los exoesqueletos ocupacionales se presentan como dispositivos clave para abordar estos problemas al proporcionar asistencia física a los trabajadores durante tareas exigentes.• La falta de un marco bien definido para evaluar los exoesqueletos ocupacionales ha llevado a la variabilidad en los protocolos de evaluación, dificultando la comparación entre estudios y la implementación efectiva de estos dispositivos.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo	
OBJETIVO DEL ARTICULO Presentar una descripción amplia de los diversos protocolos que incluyen el efecto de exoesqueletos ocupacionales	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron 139 investigaciones que abordaban 33 exoesqueletos de espalda, 25 de hombros y 18 de otras categorías. La evaluación del rendimiento de estos dispositivos se llevó a cabo principalmente mediante actividades controladas, donde se registraron datos biomecánicos y de actividad muscular. Con la evolución del concepto de exoesqueleto, las pruebas han pasado a ser más aplicadas y los diseños experimentales más representativos. Este cambio hacia entornos de prueba más realistas ha implicado una disminución del control experimental, dándole mayor importancia a la recopilación de datos sobre la experiencia del usuario.

Este análisis sistemático de la evidencia demuestra que la evaluación de exoesqueletos ocupacionales es un proceso dinámico y ofrece sugerencias de evaluación respaldadas por la literatura. Siguiendo estas recomendaciones, la homogeneidad y la repetibilidad de futuros estudios de evaluación de exoesqueletos se verán mejoradas.

METODOLOGÍA

Se formuló el protocolo de revisión y se llevó a cabo un examen sistemático siguiendo las directrices de los Elementos de Informes Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis (PRISMA). Aunque se elaboró un protocolo a priori, esta revisión no se ajustó al formato del Registro Prospectivo Internacional de Revisiones Sistemáticas (PROSPERO), y no se llevó a cabo ningún registro posterior de esta revisión.

Para estructurar la pregunta de investigación y establecer los criterios de inclusión, se adoptó el enfoque PICOS (Población, Intervención, Control, Resultado, Diseño de estudio). Se realizaron búsquedas en PubMed (MEDLINE), Web of Science y Scopus hasta el 2 de marzo de 2021. Se incluyeron en la revisión estudios que exploraron los efectos de uno o más exoesqueletos ocupacionales en los usuarios.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El aporte principal de la investigación se enfocó en el mapeo de la evidencia en conjunto con la información de la amplia variedad de tecnologías y metodologías de evaluación, facilitando de esta manera, estudios futuros y facilitando la comparabilidad de los estudios.

20.

TITULO: Exoskeletons for manual material handling – A review and implication for construction applications / Exoesqueletos para manipulación manual de materiales: revisión e implicaciones para aplicaciones de construcción.	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2021	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO ScienceDirect
AUTOR Zhu, Zhenhua; Dutta, Amrita; Dai, Fei	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(21) Zhu Z, Dutta A, Dai F. Exoskeletons for manual material handling – A review and implication for construction applications. Autom Constr. 2021 Feb;122:103493.	
PALABRAS CLAVE Exoesqueleto, eficiencia laboral, productividad, desarrollo tecnológico.	
IDEAS PRINCIPALES <ul style="list-style-type: none">• La industria de la construcción enfrenta desafíos relacionados con lesiones laborales y baja productividad debido a las tareas manuales y las consecuencias de las lesiones en los trabajadores.• Los exoesqueletos, definidos como sistemas que amplían las capacidades físicas, se presentan como una solución prometedora para mejorar la seguridad y eficiencia de los trabajadores en la construcción.• Los exoesqueletos ofrecen beneficios potenciales como el aumento de la fuerza y resistencia, reducción del estrés repetitivo y prevención de lesiones musculares en trabajadores de la construcción.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo	
OBJETIVO DEL ARTICULO Revisar y analizar las tecnologías de exoesqueletos existentes, centrándose en su potencial para tareas de manipulación manual en la industria de la construcción	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, se destaca que los exoesqueletos ofrecen beneficios notables, incluyendo la reducción de la fatiga física y la actividad muscular. Los hallazgos sugieren que los exoesqueletos pueden ser eficaces en tareas como el ensamblaje cuasiestático, levantamiento repetitivo/continuo, sujeción estática, flexión hacia adelante, sentadillas y manipulación por encima de la cabeza, especialmente en situaciones que implican carga mecánica sobre la columna vertebral y riesgos asociados al dolor lumbar entre los trabajadores industriales.

Asimismo, las tareas laborales que requieren arrodillarse o ponerse en cuclillas con frecuencia aumentan el riesgo de problemas en las rodillas. En particular, el uso de exoesqueletos de asistencia para la espalda, como BackX y Laevo, podría reducir la carga en los músculos espinales, disminuyendo así la fatiga general. Estos exoesqueletos resultan útiles en trabajos que requieren flexión hacia adelante y sujeción estática, al facilitar posturas más neutrales y reducir las tensiones en la espalda baja.

METODOLOGÍA

Se utilizó la base de datos Scopus, la cual es reconocida como la mayor fuente de resúmenes y citas de revistas científicas, libros y actas de congresos en ciencia, tecnología e ingeniería, para llevar a cabo esta revisión. El período de consideración abarcó desde enero de 2006 hasta abril de 2020, y se limitó a artículos publicados en revistas revisadas por pares.

La búsqueda se centró en exoesqueletos industriales destinados a mejorar el rendimiento de los componentes del cuerpo en entornos laborales. Inicialmente, se realizó una búsqueda con términos simples como "Exoesqueleto industrial" o "Dispositivo portátil", sin embargo, al no obtener literatura relevante, se optó por una combinación de palabras clave más específicas, como "Exoesqueleto industrial Y robot portátil" o "Exoesqueleto industrial Y dispositivo portátil".

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

El aporte principal de la investigación a nivel académico radica en la evidencia de reducción de la fatiga por medio de los exoesqueletos y la reducción de la carga y actividad muscular.

21.

<p>TITULO: Adoption potential of occupational exoskeletons in diverse enterprises engaged in manufacturing tasks / Potencial de adopción de exoesqueletos ocupacionales en diversas empresas dedicadas a tareas de manufactura.</p>	<p>SUBTITULO (SI LO TIENE)</p>
<p>AÑO DE PUBLICACION 2021</p>	<p>BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO ScienceDirect</p>
<p>AUTOR Scheweha, Diana; McNamara, Nathan; Nussbaum, Maury; Kim, Sunwook</p>	
<p>BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(22) Schwerha DJ, McNamara N, Nussbaum MA, Kim S. Adoption potential of occupational exoskeletons in diverse enterprises engaged in manufacturing tasks. Int J Ind Ergon. 2021 Mar;82:103103.</p>	
<p>PALABRAS CLAVE PYME, trastornos musculoesqueléticos, riesgos laborales, salud y seguridad laboral</p>	
<p>IDEAS PRINCIPALES</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Los empleados de PYME pueden estar expuestos a más situaciones peligrosas y tener mayores riesgos de lesiones laborales en comparación con los empleados de empresas más grandes. ● Los exoesqueletos ocupacionales (EXO) pasivos, como soluciones portátiles para reducir el esfuerzo musculoesquelético, son una tecnología emergente que podría beneficiar a las PYME en el sector manufacturero. ● La adopción de tecnologías EXO en PYME puede enfrentar desafíos relacionados con el tamaño limitado de la empresa y la falta de recursos para probar nuevas tecnologías. 	
<p>TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos como ayudas para el trabajo</p>	
<p>OBJETIVO DEL ARTICULO Explorar la adopción y uso de exoesqueletos ocupacionales (EXO) en entornos laborales, con un enfoque particular en empresas de diferentes tamaños, especialmente en pequeñas y medianas empresas (PYME)</p>	
<p>RESULTADOS Y DISCUSIÓN Los hallazgos de la presente investigación revelaron las distintas perspectivas de las pequeñas y medianas empresas (PYME) y las empresas de mayor envergadura en relación con la adopción de exoesqueletos (EXO). Estos resultados ofrecen una valiosa contribución al entendimiento de las empresas sobre qué enfoques podrían ser efectivos o no en la implementación de tecnologías EXO, considerando factores como las características de las tareas laborales, el entorno de trabajo y la industria específica.</p> <p>Asimismo, los resultados tienen el potencial de proporcionar información valiosa a los fabricantes de EXO, permitiéndoles comprender las barreras y limitaciones de sus productos que podrían influir en la decisión de las empresas de adoptar estas tecnologías.</p>	

METODOLOGÍA

Se eligieron cinco modelos de exoesqueletos ocupacionales pasivos para exhibir diversas tecnologías y diseños a los participantes, quienes tuvieron la oportunidad de probarlos durante 5 a 10 minutos en sesiones grupales. Posteriormente, se llevaron a cabo discusiones en grupos focales, abordando temas como datos demográficos de la empresa, tasas de rotación, lesiones laborales, experiencias de los empleados, dispositivos de asistencia y procedimientos de adopción de tecnología. Se recopiló información detallada sobre la viabilidad y las limitaciones de la adopción de exoesqueletos en diversas industrias.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio señalan que los exoesqueletos (EXO) presentan la capacidad de proporcionar asistencia a los empleados en actividades como ensamblaje, embalaje, costura y manejo manual de materiales (MMH) en diversos entornos de fabricación. No obstante, persisten numerosas incertidumbres relacionadas con la implementación, adaptación y la integración de tareas con los EXO.

22.

TÍTULO: ESTUDIO COMPARATIVO DE EXOESQUELETOS DE MIEMBROS SUPERIORES DE ACTUACIÓN PASIVA BASADOS EN TÉCNICAS DE COMPENSACIÓN DE CARGA MIEMBROS SUPERIORES DE ACTUACIÓN PASIVA BASADOS EN TÉCNICAS DE COMPENSACIÓN DE CARGA	SUBTÍTULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2020	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO GOOGLE ACADEMICO
AUTOR Javier Antonio Tang Guy	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(23) 1. Javier Antonio Tang Guy, ESTUDIO COMPARATIVO DE EXOESQUELETOS DE MIEMBROS SUPERIORES DE ACTUACIÓN PASIVA: Lima, Diciembre de 2020.	
PALABRAS CLAVE Exoesqueleto, pasivo, ausentismo laboral, compensación de carga, estudios y análisis de exoesqueletos	
IDEAS PRINCIPALES Una idea principal compartida con el enfoque de nuestra investigación, es que el autor hace el análisis de los principales exoesqueletos pasivos que existen a la venta para el uso en la industria. También se cita toda la problemática que acontece alrededor del ausentismo laboral por causa de los accidentes laborales con potenciales incapacitantes.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos pasivos como alternativas de carga con el fin de reducir el esfuerzo requerido para generar movimiento y con ello, minimizar el ausentismo laboral a causa de los accidentes incapacitantes.	
OBJETIVO DEL ARTICULO Establecer un estudio comparativo entre los exoesqueletos pasivos, ofertados actualmente en el mercado, para ayudar con el cumplimiento de las diversas tareas físicas que conlleva la realización de labores en los sectores industriales, con el objetivo de definir el exoesqueleto más compense la carga, todo esto visto desde la perspectiva del diseño y de la ingeniería aplicada a estos sistemas	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conclusiones:

El artículo presente de investigación, desarrolló el estudio comparativo de los principales exoesqueletos industriales de miembros superiores con actuación pasiva, que se desarrollan para el mercado, así como también se explicaron las ventajas y las limitaciones físicas y/o mecánicas de las técnicas.

En este trabajo se planteó un estudio comparativo de los principales exoesqueletos industriales de miembros superiores con actuación pasiva desarrollados en la actualidad, e implementados en la industria, llevando a la conclusión de que son la mejor, más económica y viable opción para la industria a su vez que será la opción más rápida y factible de implementar en un futuro cerca.

METODOLOGÍA

Análisis de datos publicados por los fabricantes de exoesqueletos y análisis de datos publicados por usuarios

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Se evidencia una percepción muy alineada al objeto de investigación, ya que nuestro resultado pretende ser un análisis y emitir unas recomendaciones ergonómicas respecto al diseño, uso e implementación de exoesqueletos, en el sector industrial para la disminución del ausentismo y ahorro de costes en la implementación según sus niveles de requerimientos. El artículo nos aporta un concepto muy acercado a la realidad de nuestro trabajo de grado, casi encaminado hacia nuestro mismo objetivo, regalándonos una muy buena perspectiva de lo que podemos realizar para presentar en nuestro proyecto.

23.

TITULO: DISEÑO Y CONTROL DE UN DISPOSITIVO ROBOTICO MODULAR DE TIPO EXOESQUELETO PARA LA ASISTENCIA DE EXTREMIDADES SUPERIORES. BASADOS EN TÉCNICAS DE COMPENSACIÓN DE CARGA MIEMBROS SUPERIORES DE ACTUACIÓN PASIVA BASADOS EN TÉCNICAS DE COMPENSACIÓN DE CARGA	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION Febrero 2022	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO GOOGLE ACADEMICO
AUTOR Andrea Blanco Ivorra	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(24) 1. Andrea Blanco Ivorra, ,DISEÑO Y CONTROL DE UN DISPOSITIVO ROBOTICO MODULAR DE TIPO EXOESQUELETO PARA LA ASISTENCIA DE EXTREMIDADES SUPERIORES, españa, 2020.	
PALABRAS CLAVE Exoesqueleto pasivo, activo, diseño de exoesqueleto, estudios y análisis de exoesqueletos en el mercado, miembros superiores, experimentación.	
IDEAS PRINCIPALES Proponer la construcción de un exoesqueleto previamente diseñado por la autora, al notar que el mercado actual no le ofrece las características deseadas en un exoesqueleto de tipo activo. Recolectar lo mejor de los exoesqueletos encontrados en el mercado y realizar un diseño de uno que cumpla con estas características y busque hacerlo de una manera mejor, acoplado información analizada de previos exoesqueletos presentados por empresas realizadoras de estos mismos.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos pasivos como alternativas de carga con el fin de reducir el esfuerzo requerido para generar movimiento y con ello, minimizar el ausentismo laboral a causa de los accidentes incapacitantes.	
OBJETIVO DEL ARTICULO La tesis doctoral se centra en obtener una solución robótica integral para la asistencia de los movimientos del brazo, formada por un robot de tipo exoesqueleto y un sistema inteligente de control, que se adaptarán a los distintos usuarios en función de sus necesidades. Estudio en el cual, se analizan una importante serie de necesidades físicas para disminuir las principales causas de bajas laborales en Europa.	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, se describen las diferentes opciones de clasificación encontradas en la literatura, y a partir de ello, se pretende dar una visión más detallada de los distintos modos de evaluación y validación de este tipo de dispositivos, en su mayoría activos.

También se recogen algunos de los ejemplos de exoesqueletos de miembro superior, que constituyen un punto de partida para el desarrollo del sistema robótico presentado en la tesis doctoral, para iniciar el diseño de su propio prototipo de exoesqueleto.

METODOLOGÍA

Análisis de estudios realizados a exoesqueletos.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Se evidencia una percepción muy alineada al objeto de investigación, ya que nuestro resultado pretende ser un análisis y emitir unas recomendaciones ergonómicas respecto al diseño, uso e implementación de exoesqueletos, en el sector industrial para la disminución del ausentismo y ahorro de costes en la implementación según sus niveles de requerimientos.

Sin embargo se identifica que el artículo contiene demasiados conceptos técnicos que nos quitan enfoque en cuanto a los que se busca con nuestra investigación, sin embargo podemos tomar de aquí datos importantes que nos sirven de apoyo y base para continuar buscando más información en cuanto a esto

24.

TITULO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN EXOESQUELETO PARA RODILLA ENFOCADO A PERSONAS DEDICADAS A LA CARGA DE PESOS ENTRE 25 Y 100 KG BASADOS EN TÉCNICAS DE COMPENSACIÓN DE CARGA MIEMBROS SUPERIORES DE ACTUACIÓN PASIVA BASADOS EN TÉCNICAS DE COMPENSACIÓN DE CARGA	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION 2023	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO GOOGLE ACADEMICO
AUTOR BRYAN ENRIQUE SIMBAÑA PILLAJO, SMILY MATEO CRUZ MONTENEGRO	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(25) 1. BRYAN ENRIQUE SIMBAÑA PILLAJO, SMILY MATEO CRUZ MONTENEGRO, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN EXOESQUELETO PARA RODILLA ENFOCADO A PERSONAS DEDICADAS A LA CARGA DE PESOS ENTRE 25 Y 100 KG, quito, Ecuador, 2023.	
PALABRAS CLAVE Exoesqueleto pasivo, Exoesqueleto, actuador.	
IDEAS PRINCIPALES Realizar la construcción de un exoesqueleto que sirva para disminuir o ejercer un menor impacto por parte del usuario relacionadas con enfermedades a nivel de rodilla y espalda en la población trabajadora como cargadores. Evitar lesiones irreversibles en la población trabajadora. Desarrollo de un exoesqueleto con dos grados de libertad.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Implementación de exoesqueletos pasivos como alternativas de carga con el fin de reducir el esfuerzo requerido para generar movimiento y con ello, minimizar el ausentismo laboral a causa de los accidentes incapacitantes.	
OBJETIVO DEL ARTICULO Plantear desde cero el desarrollo de un exoesqueleto para extremidades inferiores que permita disminuir las lesiones en las rodillas y articulaciones inferiores del personal que trabaja con el transporte de cargas, donde llevan pesos que van desde los 25 a los 100 kilogramos de peso	

RESULTADOS Y DISCUSION:

Luego de finalizar la construcción del proyecto de grado, ambos estudiantes lograron obtener la fabricación de un exoesqueleto que puede soportar 80 kgs de peso, convirtiéndolo en una pieza de diseño ergonómico que funciona como un mecanismo activo, cumpliendo con un soporte del 80% del objetivo que se deseaba alcanzar.

Sin embargo, se evidencia que la ayuda mecánica creada sigue siendo una pieza que necesita de otros componentes y/o ayudas complementarias para lograr el objetivo de ser un exoesqueleto mucho más cómodo y ergonómicamente mas deseado por quienes lo usarán más adelante.

METODOLOGÍA

Análisis cuantitativo de las variables:

Precio, funcionalidad, Disponibilidad de los materiales, fácil instalación, Protección, comodidad, Energía empleada.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Se evidencia una percepción alineada al objeto de investigación, ya que nuestro resultado pretende ser un análisis de las información suministrada y emitir recomendaciones que den un indicio en cuanto a la adquisición de estos avances tecnológicos que demuestran ser una gran ayuda a la hora de prevenir lesiones, disminuir las carga física objeto de las jornadas extenuantes y contrarrestar los pesos excesivos que con la exposición prolongada pueden desencadenar enfermedades de tipo degenerativo a nivel óseo y muscular, siendo este proyecto una muy buena base para comprender que sigue siendo una alternativa muy viable el uso de exoesqueletos pasivos a nivel industria y que su gran barrera ha sido hasta el momento el acople y la comodidad en el usuario final

25.

TITULO: PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA INDUSTRIA 4.0 BASADOS EN TÉCNICAS DE COMPENSACIÓN DE CARGA MIEMBROS SUPERIORES DE ACTUACIÓN PASIVA BASADOS EN TÉCNICAS DE COMPENSACIÓN DE CARGA	SUBTITULO (SI LO TIENE)
AÑO DE PUBLICACION JUNIO 2020	BASE DE DATOS DONDE SE LOCALIZO EL ARTICULO GOOGLE ACADEMICO
AUTOR PAULA MIRA PEREZ	
BIBLIOGRAFIA (NORMAS VANCOUVER)(26) 1. PAULA MIRA PEREZ, PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA INDUSTRIA 4.0, PALENCIA, España, junio de 2020.	
PALABRAS CLAVE Riesgo laboral, Industria 4.0, normativa, prevención, transformación digital.	
IDEAS PRINCIPALES Explicar cómo a los riesgos conocidos se han ido sumando a otros nuevos y necesarios de identificar. Reflexión de cómo esta disciplina, junto con el desarrollo normativo, no ha sabido sincronizarse con la evolución de las nuevas tecnologías. Para llegar a la conclusión de la necesaria renovación del conjunto normativo existente relativo a la Prevención de Riesgos Laborales es necesario analizar cada uno de los puntos en donde se evidencie un riesgo y o una mejora para la salud e los trabajadores.	
TEORÍAS EN LAS QUE SE APOYA EL ESTUDIO Análisis de todos y cada uno de los riesgos que se encuentran en el no uso como en el uso de exoesqueletos	
OBJETIVO DEL ARTICULO Establecer un estudio comparativo entre los exoesqueletos usados y el no uso de los exoesqueletos, comentando cuales son los beneficios y cuales los inconvenientes encontrados de su uso como de su no implementación para mejorar la salud de la población trabajadora.	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conclusiones:

la industria tradicional ha cambiado por completo. Las fábricas se han convertido en una auténtica red de procesos perfectamente integrados y digitalizados a lo largo de toda la cadena de valor de las empresas. Estas nuevas fábricas inteligentes, sin duda, están para quedarse e ir desarrollando y explotando cada vez más su potencial. Estos cambios han influido en todos y cada uno de los componentes organizativos, siendo uno de los más evidentes el de la Prevención de Riesgos Laborales.

Es por ello, que hemos podido estudiar con profundidad como estas nuevas tecnologías influyen en la salud y seguridad de los trabajos y, fruto de su análisis, hemos podido extraer una serie de conclusiones, tales como, que la digitalización y el uso de las TICS no ha eliminado por completo los riesgos, sino que, se han introducido otros nuevos.

METODOLOGÍA

Análisis de estudios realizados a exoesqueletos análisis de estudios aplicados en campo a las personas usuarias de esta tecnología.

CONCLUSIONES ACADÉMICAS Y APORTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Se encuentra una alineación muy clara sobre lo que se busca hallar con nuestra investigación y lo publicado en el artículo, abriendo un panorama nuevo y muy interesante porque se analizan muchos más puntos que nosotros no habríamos imaginado analizar o tocar con nuestro proyecto; aportando así una visión muy enriquecedora para lograr una mejor perspectiva y análisis en cuanto a lo que el uso como el no uso de exoesqueletos conlleva en un entorno X con el usuario final.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. Pesenti M, Antonietti A, Gandolla M, Pedrocchi A. Towards a Functional Performance Validation Standard for Industrial Low-Back Exoskeletons: State of the Art Review. *Sensors*. 26 de enero de 2021;21(3):808.
2. Baldassarre A, Lulli LG, Cavallo F, Fiorini L, Mariniello A, Mucci N, et al. Industrial exoskeletons from bench to field: Human-machine interface and user experience in occupational settings and tasks. *Front Public Health*. 21 de noviembre de 2022;10.
3. Prevencionar. Congreso Prevencionar 2017. Madrid; 2017.
4. Golabchi A, Riahi N, Fix M, Miller L, Rouhani H, Tavakoli M. A framework for evaluation and adoption of industrial exoskeletons. *Appl Ergon*. noviembre de 2023; 113:104103.
5. Ma T, Zhang Y, Choi SD, Xiong S. Modelling for design and evaluation of industrial exoskeletons: A systematic review. *Appl Ergon*. noviembre de 2023; 113:104100.
6. Hoffmann N, Prokop G, Weidner R. Methodologies for evaluating exoskeletons with industrial applications. *Ergonomics*. 1 de febrero de 2022;65(2):276-95.
7. De Bock S, Ghillebert J, Govaerts R, Tassignon B, Rodriguez-Guerrero C, Crea S, et al. Benchmarking occupational exoskeletons: An evidence mapping systematic review. *Appl Ergon*. enero de 2022; 98:103582.
8. Illauer Brauer. *Wir freuen uns auf deine Teilnahme*. 2023.
9. Bär M, Steinhilber B, Rieger MA, Luger T. The influence of using exoskeletons during occupational tasks on acute physical stress and strain compared to no exoskeleton – A systematic review and meta-analysis. *Appl Ergon*. julio de 2021; 94:103385.
10. Morris L, Diteesawat RS, Rahman N, Turton A, Cramp M, Rossiter J. The-state-of-the-art of soft robotics to assist mobility: a review of physiotherapist and patient identified limitations of current lower-limb exoskeletons and the potential soft-robotic solutions. *J Neuroeng Rehabil*. 30 de enero de 2023;20(1):18.
11. Cai M, Ziling J, LI Q, Luo X. Safety evaluation of human–robot collaboration for industrial exoskeleton. *Saf Sci*. 2023;164(4).

12. Li-Baboud YS, Virts A, Bostelman R, Yoon S, Rahman A, Rhode L, et al. Evaluation Methods and Measurement Challenges for Industrial Exoskeletons. *Sensors*. 15 de junio de 2023;23(12):5604.
13. Raghuraman RN, Upasani S, Gonzales A, Aviles J, Cha J, Srinivasan D. Manufacturing Industry Stakeholder Perspectives on Occupational Exoskeletons: Changes after a Brief Exposure to Exoskeletons. *IISE Trans Occup Ergon Hum Factors*. 6 de octubre de 2023;1-10.
14. Ralfs L, Hoffmann N, Weidner R. Approach of a Decision Support Matrix for the Implementation of Exoskeletons in Industrial Workplaces. En: *Annals of Scientific Society for Assembly, Handling, and Industrial Robotics 2021*. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 165-76.
15. Hussain M, Kong YK, Park SS, Shim HH, Park J. Exoskeleton Usability Questionnaire: a preliminary evaluation questionnaire for the lower limb industrial exoskeletons. *Ergonomics*. 19 de diciembre de 2023;1-10.
16. Pelaez S, Mondragón I, Zea C. A comparative muscular assessment of the exoskeleton in a scaffold building operation, case study. *Ingeniería y Competitividad*. 2021;24(2).
17. Golabchi A, Chao A, Tavakoli M. A Systematic Review of Industrial Exoskeletons for Injury Prevention: Efficacy Evaluation Metrics, Target Tasks, and Supported Body Postures. *Sensors*. 1 de abril de 2022;22(7):2714.
18. Riccò M, Ranzieri S, Vezzosi L, Balzarini F, Bragazzi NL. Wearable Exoskeletons on the Workplaces: Knowledge, Attitudes and Perspectives of Health and Safety Managers on the implementation of exoskeleton technology in Northern Italy. *Acta Biomed*. 19 de enero de 2022;92(6): e2021310.
19. Zheng L, Hawke AL, Evans K. Critical review on applications and roles of exoskeletons in patient handling. *Int J Ind Ergon*. mayo de 2022; 89:103290.
20. Elprama SA, Vanderborght B, Jacobs A. An industrial exoskeleton user acceptance framework based on a literature review of empirical studies. *Appl Ergon*. abril de 2022; 100:103615.
21. Zhu Z, Dutta A, Dai F. Exoskeletons for manual material handling – A review and implication for construction applications. *Autom Constr*. febrero de 2021; 122:103493.
22. Schwerha D, McNamara N, Nussbaum M, Kim S. Adoption potential of occupational exoskeletons in diverse enterprises engaged in manufacturing tasks. *Int J Ind Ergon*. 2021;(82).
23. Tang J. Estudio comparativo de exoesqueletos de miembros superiores de actuación pasiva basados en técnicas de compensación de carga. 2021;

24. Blanco A. Diseño y control de un dispositivo robótico modular de tipo exoesqueleto para la asistencia de la extremidad superior. [España]: Universidad Miguel Hernández de Elche ; 2022.
25. Cruz S, Simbaña B. Diseño y construcción de un exoesqueleto para rodilla enfocado a personas dedicadas a la carga entre 25 y 100Kg. Universidad Politécnica Salesiana; 2023.
26. Mira P. Prevención de Riesgos Laborales en la Industria 4.0 . Universidad de Valladolid; 2020.



Universidad[®]
Católica
de Manizales

VIGILADA MINEDUCACIÓN

*Obra de Iglesia
de la Congregación*



Hermanas de la Caridad
Dominicas de La Presentación
de la Santísima Virgen

Universidad Católica de Manizales
Carrera 23 # 60-63 Av. Santander / Manizales - Colombia
PBX (6)8 93 30 50 - www.ucm.edu.co