



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

RELACIÓN ENTRE TRASTORNOS  
MUSCULOESQUELÉTICOS Y RIESGO  
DISERGONÓMICO POSTURAL EN  
TRABAJADORES DEL SECTOR  
INDUSTRIAL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR  
EL GRADO DE MAESTRO EN PREVENCIÓN  
DE RIESGOS LABORALES

GUILLERMO NABRAN JESUS

AGUILAR GONZALES

LIMA - PERÚ

2025



ASESOR

Mg. María Alejandra Urday Pareja

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. HENRY ALEXANDER CUEVA VASQUEZ

PRESIDENTE

MG. BRUNELLA YSABEL LIZARDO OTERO

VOCAL

MG. MIRKO ROGERS PEZOA VILLANUEVA

SECRETARIO

## DEDICATORIA

A mi abuela Vilma,

Quien, aunque ya no está físicamente, siempre creyó en mí y me alentó en cada paso de mi camino. Su amor, fe incondicional y orgullo por mis logros fueron una fuente constante de fortaleza.

Fue y seguirá siendo una de las personas más importantes de mi vida.

Este logro es también para ella, con todo mi corazón.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la fortaleza y la perseverancia necesarias para culminar este proceso académico.

A mis padres y hermano, por ser mi soporte incondicional y por su amor constante durante los momentos de mayor desafío.


A mi novia, quien desde el inicio me motivó a emprender esta maestría, enriqueciendo mi formación profesional y personal.

## FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Trabajo de investigación autofinanciado

## DECLARACIÓN DE AUTOR

FECHA	31	AGOSTO	2025
APELLIDOS Y NOMBRES DEL ESTUDIANTE	AGUILAR GONZALES GUILLERMO NABRAN JESUS		
PROGRAMA DE POSTGRADO	MAESTRÍA EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES		
AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS	2024		
TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO	RELACIÓN ENTRE TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS Y RIESGO DISERGONÓMICO POSTURAL EN TRABAJADORES DEL SECTOR INDUSTRIAL		
MODALIDAD	Trabajo de Investigación		
<b>DECLARACIÓN DEL AUTOR</b> El presente trabajo de grado es original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
TELEFONO DE CONTACTO	977192529		
CORREO	guillermonj.aguilargonzales@gmail.com		



NRO. DE DNI 70856349

## INDICE

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II: OBJETIVOS .....	4
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	5
CAPÍTULO IV: DESARROLLO .....	14
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....	24
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES .....	26
BIBLIOGRAFÍA.....	28

## RESÚMEN

La ausencia de una adecuada aplicación de los principios ergonómicos puede generar la aparición de diversas lesiones musculoesqueléticas y enfermedades ocupacionales, originadas principalmente por la ejecución de tareas repetitivas, la manipulación manual de cargas y la adopción de posturas forzadas o estáticas durante la jornada laboral.

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) constituyen actualmente uno de los principales problemas de la salud laboral a nivel mundial, afectando músculos, articulaciones, tendones y nervios, y representando una de las causas más relevantes de ausentismo, fatiga física y disminución del rendimiento productivo.

La evaluación biomecánica de los trastornos musculoesqueléticos asociados al trabajo exige comprender el control motor humano y la dinámica postural, así como la interacción entre los factores físicos del puesto de trabajo y las capacidades funcionales del trabajador. En el contexto de la salud ocupacional y la ergonomía aplicada, el análisis del movimiento y la postura permite establecer relaciones causales entre las condiciones del entorno productivo y el estado musculoesquelético del trabajador, aportando información esencial para optimizar la eficiencia, la carga física y la calidad del proceso.

Por ello, el presente estudio desarrolla una revisión sistemática de la literatura científica, siguiendo la metodología PRISMA, con el propósito de determinar la relación entre los trastornos musculoesqueléticos y el riesgo postural en trabajadores operativos del sector industrial. Se analizaron 33 investigaciones publicadas entre el 2013 y 2025, en las cuales se identificaron los sectores industriales más representativos, particularmente el alimentario (27.3%), manufacturero (21.2%) y metalmecánico (15.1%), y las regiones anatómicas de mayor prevalencia de trastornos musculoesqueléticos, destacando la zona lumbar (93.9%), los miembros superiores (84.8%) y las manos y muñecas (75.8%).

Las herramientas más empleadas fueron el Cuestionario Nórdico de Kuorinka (NMQ), el Rapid Upper Limb Assessment (RULA) y el Rapid Entire Body Assessment (REBA), utilizadas de forma combinada para correlacionar la sintomatología musculoesquelética con los niveles de exposición postural y carga física. Los hallazgos de los estudios revisados evidencian una tendencia consistente de asociación entre la adopción de posturas forzadas, movimientos repetitivos y la incidencia de trastornos musculoesqueléticos, evidenciando que el riesgo disergonómico postural se asocia de manera consistente con la presencia de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del sector industrial.

Se concluye que resulta imprescindible fortalecer los programas de ergonomía preventiva, basados en evidencia científica, que incluyan el rediseño ergonómico de estaciones de trabajo, la rotación de tareas y la promoción de una cultura de prevención ergonómica, orientada a la sostenibilidad de la salud ocupacional y la eficiencia del desempeño laboral.

**PALABRAS CLAVE:** trastornos musculoesqueléticos, riesgo disergonómico postural, ergonomía industrial, evaluación ergonómica, sector industrial.

## ABSTRACT

The absence of adequate application of ergonomic principles can lead to the onset of various musculoskeletal injuries and occupational diseases, primarily caused by repetitive tasks, manual material handling, and the adoption of awkward or static postures during the workday. Musculoskeletal disorders (MSDs) currently represent one of the most prevalent occupational health problems worldwide, affecting muscles, joints, tendons, and nerves, and constituting a major cause of absenteeism, physical fatigue, and reduced productivity.

The biomechanical assessment of WMSDs associated with work requires understanding the principles of human motor control and segmental postural dynamics, as well as the interaction between physical job demands and functional worker capability. Within the framework of occupational health and applied ergonomics, movement and posture analysis make it possible to establish causal relationships between workplace conditions and musculoskeletal health, providing essential information to optimize efficiency, physical workload, and production quality.

In this context, the present study conducts a systematic literature review, following the PRISMA methodology, aimed at determining the relationship between work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) and postural ergonomic risk among industrial sector workers. A total of 33 scientific studies published between 2013 and 2025 were analyzed, identifying the most represented industrial sectors—particularly food processing (27.3%), manufacturing (21.2%), and metal-mechanical (15.1%)—as well as the body regions with the highest prevalence of WMSDs, including the lower back (93.9%), upper limbs (84.8%), and hands/wrists (75.8%).

The most frequently used assessment tools were the Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ), the Rapid Upper Limb Assessment (RULA), and the Rapid Entire Body Assessment (REBA), often applied in combination to correlate musculoskeletal symptomatology with levels of postural exposure and physical load. The findings reveal a consistent association between awkward postures, repetitive movements, and the incidence of WMSDs, confirming that postural ergonomic risk is a determinant factor in musculoskeletal morbidity among industrial workers. It is therefore essential to strengthen preventive ergonomics programs based on scientific evidence, including ergonomic workstation redesign. Tack rotation, and the promotion of an ergonomic safety culture aimed at ensuring occupational health sustainability and work performance efficiency.

**KEYWORDS:** musculoskeletal disorders, postural dysergonomic risk, industrial ergonomics, ergonomic assessment, industrial sector.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El éxito en alcanzar los objetivos de una organización radica fundamentalmente en dos aspectos clave: la calidad del trabajo realizado y la capacidad de entregar productos o servicios de manera oportuna, cumpliendo con los estándares establecidos. Estos elementos son esenciales para mantener la competitividad en el mercado y satisfacer las expectativas de los clientes. A su vez, procurar el bienestar integral de los trabajadores es indispensable para el desarrollo eficiente de los procesos productivos, lo cual exige no solo garantizar condiciones laborales seguras, sino también promover un entorno que valore la salud física, mental y ergonómica del personal. [1]

A pesar de los avances registrados en las últimas décadas en materia de seguridad y salud en el trabajo, la evidencia científica demuestra que los trastornos musculoesqueléticos (TME) continúan representando una de las principales causas de morbilidad laboral en el sector industrial. Los resultados obtenidos en 33 estudios analizados en esta revisión sistemática, realizados entre el 2013 y el 2025 en diferentes países, revelan una alta prevalencia en trastornos musculoesqueléticos en actividades operativas, especialmente en sectores como el alimentario (27.3%), manufacturero (21.2%) y metalmecánico (15.1%). Estas cifras reflejan la persistencia de condiciones de riesgo asociadas a posturas forzadas, movimientos repetitivos y esfuerzos físicos sostenidos. Debido a la naturaleza exigente de las tareas. [2]

En estos entornos, los trabajadores están expuestos a factores de riesgo disergonómico derivados de tareas que requieren fuerza, repetitividad o mantenimiento de posturas estáticas prolongadas. A pesar de la automatización progresiva, la intervención humana sigue siendo esencial en la mayoría de los procesos industriales. Este contexto reafirma la necesidad de aplicar evaluaciones ergonómicas sistemáticas y periódicas, con el fin de

prevenir daños musculoesqueléticos y optimizar el diseño físico de los puestos de trabajo, acorde con las capacidades biomecánicas del operario.[3]

Las herramientas de evaluación ergonómica constituyen el principal recurso para identificar, medir y controlar los riesgos derivados de las condiciones laborales [4]. Entre las metodologías más utilizadas en los estudios revisados destacan el Cuestionario Nórdico de Kuorinka (NMQ), el Rapid Upper Limb Assessment (RULA) y el Rapid Entire Body Assessment (REBA), las cuales permiten estimar el grado de exposición a posturas forzadas, movimientos repetitivos y sobrecarga física. La combinación de estos instrumentos proporciona una visión integral del riesgo ergonómico, facilitando la priorización de intervenciones preventivas basadas en evidencia. [40]

Los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral comprometen estructuras musculares, tendinosas y articulares, y generan alteraciones funcionales que pueden limitar la movilidad y el desempeño del trabajador. Según los hallazgos de la revisión, las zonas corporales más afectadas son la espalda baja (93.9%), los miembros superiores (84.8%) y las manos (75.8%), lo que evidencia una tendencia consistente de asociación entre las exigencias posturales y la aparición de sintomatología musculoesquelética. Estas afectaciones no solo reducen la capacidad operativa del trabajador, sino también impactan de manera significativa en la productividad organizacional, los costos médicos y las tasas de ausentismo. [5]

En la actualidad, la prevención ergonómica se ha consolidado como una estrategia prioritaria dentro de los programas de seguridad y salud en el trabajo, orientada a reducir la incidencia de lesiones laborales. Para ello, resulta esencial adaptar los puestos de trabajo a las características antropométricas, biomecánicas y cognitivas del personal. Sin embargo, la literatura evidencia que la evaluación ergonómica suele aplicarse de manera

reactiva, es decir, una vez que los síntomas musculoesqueléticos ya se han manifestado, lo que disminuye la efectividad de las medidas. [6]

Esta carencia de intervenciones preventivas limita la identificación oportuna de los riesgos posturales, afectando la salud y el rendimiento del trabajador. En contraste, un entorno laboral estructurado bajo principios ergonómicos contribuye a fortalecer la motivación, el autocuidado y la cultura de seguridad, factores esenciales para la mejora continua en el desempeño organizacional. [7]

En consecuencia, la revisión de la literatura demuestra que los trastornos musculoesqueléticos continúan siendo unas de las principales afecciones laborales en el sector industrial, vinculadas estrechamente con la exposición a posturas forzadas, movimientos repetitivos y cargas físicas elevadas. No obstante, la efectividad de las intervenciones preventivas depende en gran medida de la precisión y oportunidad con que se aplican las herramientas de evaluación ergonómica.

A partir de esta evidencia, surge la necesidad de analizar con mayor profundidad la influencia de los factores posturales y repetitivos en la aparición de trastornos musculoesqueléticos, y de determinar que métodos ergonómicos han demostrado ser más eficaces para su identificación. En este contexto se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿De qué manera las posturas forzadas y los movimientos repetitivos influyen en la aparición de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores el sector industrial, y qué métodos ergonómicos han demostrado ser más eficaces para su detección y evaluación?

## **CAPÍTULO II: OBJETIVOS**

### **Objetivo Principal**

Determinar la relación entre los trastornos musculoesqueléticos (TME) y los riesgos disergonómicos posturales presentes en trabajadores operativos del sector industrial, con el fin de aportar evidencia científica que oriente estrategias de prevención ergonómica en el ámbito laboral.

### **Objetivos Específicos**

- Describir la distribución de los trastornos musculoesqueléticos por zonas corporales, sectores industriales y países, identificando los grupos de trabajadores más expuestos a riesgos disergonómicos.
- Analizar las herramientas ergonómicas aplicadas en los estudios revisados, estableciendo cuales muestran mayor consistencia y aplicabilidad en la evaluación de la relación entre la exposición postural y los trastornos musculoesqueléticos.

### **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

El presente trabajo corresponde a una revisión sistemática de la literatura científica, reconocida como uno de los métodos más rigurosos y transparentes para recopilar, analizar y sintetizar evidencia sobre un fenómeno de estudio específico. Para su desarrollo se aplicó la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), la cual permitió estructurar el proceso de búsqueda, selección, análisis crítico y síntesis de los estudios incluidos, garantizando la validez metodológica y la reproducibilidad de los resultados.

#### **Normativa técnica para la evaluación del riesgo disergonómico postural:**

La norma ISO 12295 establece los principios generales para la identificación y evaluación preliminar del riesgo asociado a la manipulación manual de cargas, posturas forzadas y movimientos repetitivos en los entornos laborales. Esta norma actúa como un marco orientador que permite determinar, de manera sistemática, la necesidad de aplicar métodos de evaluación más específicos, tales como RULA, REBA, OWAS u OCRA, en función del tipo de tarea y del segmento corporal comprometido.

En el contexto de la presente revisión sistemática, la ISO 12295 resulta relevante debido a que no propone un único método de evaluación, sino que reconoce la coexistencia de diversos instrumentos ergonómicos, los cuales deben seleccionarse según las características de la actividad laboral. Esta aproximación normativa sustenta la heterogeneidad metodológica observada en los estudios incluidos, ya que la elección de las herramientas de evaluación responde a criterios técnicos vinculados al tipo de tarea, la carga física y la región corporal evaluada,

**Criterios de inclusión:**

Se consideraron artículos científicos publicados entre los años 2013 y 2025, en idioma español e inglés, con enfoque cuantitativo o cuantitativo-descriptivo, que evaluaran la relación entre los trastornos musculoesqueléticos y el riesgo disergonómico postural en trabajadores operativos del sector industrial.

Los estudios incluidos debían analizar factores biomecánicos asociados a la exposición postural, tales como posturas forzadas, movimientos repetitivos o manipulación manual de cargas, e incorporar al menos una herramienta de evaluación ergonómica estandarizada, como el Cuestionario Nórdico de Kuorinka (NMQ), Rapid Upper Limb Assessment (RULA) y Rapid Entire Body Assessment (REBA), OWAS u otros métodos reconocidos para el análisis postural y carga física.

Asimismo, se incluyeron investigaciones realizadas en entornos industriales formales, con población trabajadora adulta, cuyos resultados permitieran la identificación de regiones corporales afectadas por trastornos musculoesqueléticos y su relación con la exposición disergonómica postural.

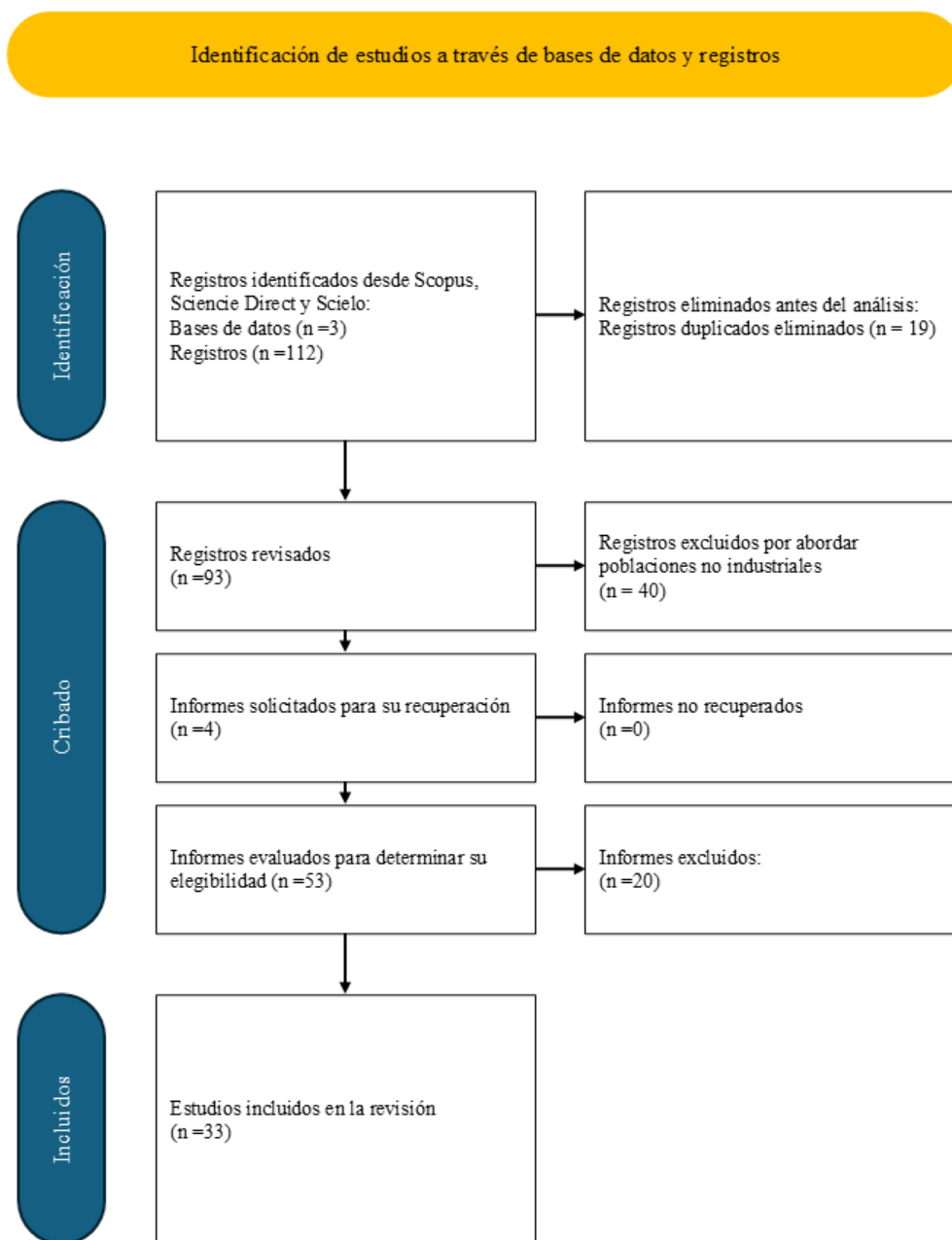
Las fuentes de información fueron seleccionadas de bases de datos académicas de alta confiabilidad, como Scopus, Science Direct y Scielo, priorizando artículos publicados en revistas indexadas y arbitradas por pares.

**Proceso de búsqueda y depuración:**

El proceso de selección de los estudios se realizó siguiendo las directrices de la declaración PRISMA. Inicialmente, se identificaron 112 registros a través de las bases de datos científicas consultadas. Posteriormente, se eliminaron los registros duplicados, quedando 93 estudios para la fase de cribado por título y resumen.

En la etapa de elegibilidad, se evaluaron 53 artículos en texto completo, de los cuales se excluyeron 20 estudios por no cumplir con los criterios de inclusión establecidos, relacionados principalmente con la ausencia de evaluación ergonómica postural, el enfoque no industrial o la falta de información descriptiva sobre trastornos musculoesqueléticos. Finalmente, se incluyeron 33 estudios en la revisión para el análisis. (Figura 1).

Figura 1. Diagrama de flujo de búsqueda de información



El flujograma PRISMA permitió transparentar el proceso de identificación, selección y exclusión de los estudios incluidos, garantizando trazabilidad metodológica de la revisión y la coherencia entre los criterios.

**Criterios de exclusión:**

Se excluyeron los estudios con enfoque cualitativo, clínico o experimental no vinculado al ámbito laboral, así como aquellos que no proporcionaban información específica del sector industrial ni del tipo de tarea evaluada.

Asimismo, se excluyeron investigaciones que centraban su análisis principalmente en factores psicosociales, organizacionales o ambientales, cuando estos impedían una comparación homogénea de los resultados biomecánicos relacionados con la postura y la carga física. También fueron excluidos los estudios que no empleaban instrumentos ergonómicos reconocidos o que carecían de indicadores descriptivos claros sobre la presencia y localización de trastornos musculoesqueléticos.

**Síntesis de información:**

La información extraída de cada artículo fue organizada en una matriz de análisis que contempló: año de publicación, país, sector industrial, herramientas ergonómicas utilizadas y regiones corporales afectadas. Esta sistematización permitió identificar tendencias globales y sectoriales, así como comparar la frecuencia de uso de los métodos NMQ, RULA y REBA y su relación con los segmentos corporales más afectados.

El proceso metodológico permitió consolidar un total de 33 estudios finales, cuya evidencia empírica constituyen la base para analizar la asociación entre el riesgo disergonómico postural y la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en el ámbito industrial, aportando un panorama actualizado y científicamente sustentado del fenómeno estudiado. (Tabla 1)

Desde la perspectiva metodológica, la aplicación de la norma ISO 12295 permite comprender que la heterogeneidad de herramientas observada en la literatura no constituye una debilidad del análisis, sino una consecuencia esperable de la diversidad de tareas y contextos industriales. Encontrándose alineada con los principios establecidos por la normativa internacional, fortaleciendo la validez del enfoque adoptado en la presente investigación.

Tabla 1. *Artículos seleccionados*

Número	Año	Autor(es)	Título	País	Sector industrial
1	2022	Anne Skov Oestergaard, Trine Fernando Smidt, Karen Søgaard, Louise Fleng Sandal	Musculoskeletal disorders and perceived physical work demand among offshore wind industry technicians across different turbine sizes: A cross-sectional study	Dinamarca y Reino Unido	Energías renovables
2	2022	Aisar Nasarudin, Helmy Mustafa	Prevalence of Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Tire Workshop Mechanics in Pagoh, Malaysia	Malasia	Automotriz
3	2024	Sandra Guillén PrietoI, Miguel Angel Avila SolisIII, Rigoberto Pastor Sánchez FigueredoI	Manifestaciones de trastornos musculoesqueléticos en moldeadores manuales metalúrgicos	Cuba	Metalúrgica
4	2021	Sally Torres-Ruiz	Riesgo ergonómico y trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de industria alimentaria en el Callao	Perú	Alimentaria
5	2020	Harold Cohen Padilla, Martha Carrillo Landazabal, Elías Bedoya Marrugo	Análisis del impacto ergonómico asociado a la manipulación de cargas en trabajadores de equipos de perforación del sector petrolero	Colombia	Energías no renovables
6	2019	Maribel Balderas López, Mireya Zamora Macorra, Susana Martínez Alcántara.	Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la manufactura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad	México	Manufactura
7	2021	Po-Ching Chu, Tyng-Guey Wang, and Yue Leon Guo	Work-related and personal factors in shoulder disorders among electronics workers: findings from an electronics enterprise in Taiwan	Taiwán	Electrónica
8	2019	Graziana Intranuovo, Luigi De Maria, Francesco Facchini, Armenise Giustiniano, Antonio Caputi, Francesco Birtolo and Luigi Vimercati	Risk assessment of upper limbs repetitive movements in a fish industry	Italia	Alimentaria
9	2022	Juliana Aparecida Biasi, Roberta Vieira Branquinho, Rodrigo Eduardo Catai	Análisis ergonómico de la actividad de asistente de preparación de masa en una industria papelera	Brasil	Manufactura
10	2018	Patricia Eugenia Sortillón-González, Leonel Ulises Ortega-Encinas, José Sergio López-Bojórquez, Julieta Amada Leyva-Pacheco, María Irene Silvas-García	Análisis comparativo de métodos de evaluación postural para la determinación del riesgo de trastornos musculoesqueléticos en las tareas de ensamble en el sector industrial de manufactura	México	Electrónica
11	2013	Mean Vathna Vathna, Nor Suliani Abdullah, Siti Zawiah Md Dawal, Hideki Aoyama, Kruiy Sothea, Kruiy Sothea	Investigation on Musculoskeletal Symptoms and Ergonomic Risk Factors at Metal Stamping Industry on Musculoskeletal Symptoms and Ergonomic Risk Factors at Metal Stamping Industry	Malasia	Metalmecánica
12	2024	Felipe Alfonso Druet-Rodríguez, Edison Noe Buenaño Buenaño	Análisis de los factores de riesgos ergonómicos de una industria procesadora de alimentos en Guayaquil, Guayas	Ecuador	Alimentaria
13	2025	Asencios Valle Natalia, López Villanueva Gabriela Del Rosario	Factores asociados a trastornos musculoesqueléticos en miembros superiores en trabajadores de una empresa avícola	Perú	Alimentaria
14	2022	Sandra Guillén Prieto, Miguel Ángel Ávila Solís, Rigoberto Pastor Sánchez Figueredo	Atención física a los trastornos musculoesqueléticos provocados durante el proceso de vibro fundición	Cuba	Metalúrgica

15	2014	Agila-Palacios Enmanuel, Colunga-Rodríguez Cecilia, González-Muñoz Elvia, Delgado-García Diemen	Síntomas Musculoesqueléticos en Trabajadores Operativos del Área de Mantenimiento de una Empresa Petrolera Ecuatoriana	Ecuador	Energías no renovables
16	2023	Rodríguez Pulido, Anderson Gersi	Carga laboral y trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del área limpieza y lastrado de la empresa SIMA-Chimbote	Perú	Metalmecánica
17	2019	Alejandro José Ruiz Miranda	Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de una fábrica metalmecánica	Ecuador	Metalmecánica
18	2017	Gissela C. Castro-Castro, Laura C. Ardila-Pereira, Yaneth del Socorro Orozco-Muñoz, Eliana E. Sepulveda-Lazaro y Carmen E. Molina-Castro	Factores de riesgo asociados a desordenes musculo esqueléticos en una empresa de fabricación de refrigeradores	Colombia	Electrónica
19	2020	Karen Anaís Nieves Talavera, M.I.I. Karla Gabriela Gómez Bull, Dra. María Marisela Vargas Salgado	Evaluación ergonómica postural en trabajadores del área de inspección en industria maquiladora	México	Manufactura
20	2015	Mervyn Márquez Gómez, Miguel Márquez Robledo	Factores de Riesgo Biomecánicos y Psicosociales Presentes en la Industria Venezolana de la Carne	Venezuela	Alimentaria
21	2024	Ana Gabriela Méndez de León	Factores relacionados al dolor musculoesquelético en trabajadores operativos de una industria manufacturera de refrigeradores	Guatemala	Manufactura
22	2016	Alireza Choobineh, Hadi Daneshmandi, Seyed Kazem Saraj Zadeh Fard, Seyed Hamidreza Tabatabaee	Prevalence of Work-related Musculoskeletal Symptoms among Iranian Workforce and Job Groups	Irán	Manufactura
23	2022	Fausto Edison Jama Vilela	Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos por posturas forzadas en trabajadores de una industria panificadora.	Ecuador	Alimentaria
24	2019	Amin Babaei Pouya, Ali Nemati, Haniye Nematollahi, Sara Safari, Parisa Abedi Vakilabad, Masoud Nezh Mohammad	Prevalence of Musculoskeletal Disorders in Steel Industry Workers and its Association with RULA's Method Results	Irán	Siderúrgica
25	2021	Jaime Adrián Molina Camacho	Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos por posturas forzadas en clasificadores de una empresa pesquera	Ecuador	Alimentaria
26	2022	Augustine A. Acquah, Clive D'Souza, Bernard J. Martin, John Arko-Mensah, Niladri Basu, Isabella A. Quakyi, Thomas G. Robins, Julius N. Fobil	Comparison of ergonomic risk factors and work-related musculoskeletal disorders among dismantlers and burners of electronic waste in Agbogbloshie	Ghana	Electrónica
27	2015	Prabir Mukhopadhyay, Amaltas Khan	The evaluation of ergonomic risk factors among meat cutters working in Jabalpur	India	Alimentaria
28	2019	Sunisa Chaiklieng	Health risk assessment on musculoskeletal disorders among potato-chip processing workers	Tailandia	Alimentaria
29	2023	Yu-Chi Lee, Xinye Hong and Siu Shing Man	Prevalence and Associated Factors of Work-Related Musculoskeletal Disorders Symptoms among Construction Workers: A Cross-Sectional Study in South China	China	Construcción
30	2018	Mohammad Didar Hossain, Afzal Aftab, Mahmudul Hassan Al Imam, Ilias Mahmud, Imran Ahmed Chowdhury, Razin Iqbal Kabir, Malabika Sarker	Prevalence of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) and ergonomic risk assessment among readymade garment workers of Bangladesh: A cross-sectional study	Bangladesh	Manufactura
31	2019	Amayda Cepeda Hilarión, Gabriela Jiménez Chisica, Alejandra Lorena Ramírez Montes	Prevalencia de síntomas musculo esqueléticos y factores asociados en una empresa de alimentos de la ciudad de Bogotá	Colombia	Alimentaria
32	2021	Sudarath Boonla, Sunisa Chaiklieng	Ergonomics risk and musculoskeletal disorders among industrial workers in textile export and small enterprise	Tailandia	Manufactura
33	2023	Llongo Byron, Cadena Sebastián	Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos asociados a las condiciones socio demográficas del personal de mantenimiento en taladros de reacondicionamiento de pozos petrolíferos en una empresa del Coca.	Ecuador	Energías no renovables

**Consideraciones éticas:**

Durante el desarrollo de la revisión sistemática sobre la relación entre los trastornos musculoesqueléticos (TME) y el riesgo disergonómico postural en trabajadores del sector industrial, se observaron rigurosamente los principios éticos de investigación científica. Se respetó la autoría intelectual mediante la correcta citación y referenciación de todas las fuentes consultadas, garantizando la integridad académica y evitando cualquier forma de plagio o apropiación indebida del conocimiento.

Asimismo, se mantuvo la fidelidad y neutralidad en la interpretación de los resultados extraídos de los 33 estudios analizados, evitando la manipulación o el sesgo de información. Se aseguraron la veracidad, transparencia y trazabilidad de los datos, conforme a las buenas prácticas establecidas por la metodología PRISMA y los lineamientos éticos de la investigación documental y bibliográfica.

Estas acciones garantizan que el presente trabajo conserve un carácter ético, responsable y metodológicamente sólido, contribuyendo de manera transparente y sustentada al avance del conocimiento científico en ergonomía y salud ocupacional.

### **Justificación del enfoque analítico:**

Durante la revisión sistemática y la síntesis de los 33 estudios incluidos, se identificaron múltiples factores asociados al entorno laboral, tales como condiciones psicosociales, organizacionales y ambientales. Sin embargo, tras un análisis crítico, se determinó que la heterogeneidad metodológica de estos factores impedía establecer una relación cuantificable y directa con el objetivo central de esta investigación.

La delimitación de los criterios de selección permitió garantizar la coherencia metodológica de la revisión, priorizando estudios con enfoque biomecánico y herramientas ergonómicas comparables. Esta decisión metodológica fue necesaria para reducir la variabilidad asociada a poblaciones, contextos y enfoque analíticos heterogéneos, asegurando que los resultados sintetizados respondieran de manera directa a los objetivos planteados en la investigación.

Por ello, se delimitó el enfoque analítico al componente biomecánico, considerando los trastornos musculoesqueléticos como el indicador más representativo de sobrecarga física y de riesgo disergonómico postural en el ámbito industrial. Esta decisión metodológica responde a la evidencia científica que demuestra que los trastornos musculoesqueléticos reflejan con mayor precisión el impacto de las posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación de cargas, siendo variables objetivas, medibles y comparables entre estudios.

De esta manera, la revisión mantiene un enfoque cuantitativo y técnico, centrado en la exposición postural y su relación con la aparición de los trastornos musculoesqueléticos, garantizando la coherencia con los objetivos específicos, la validez del análisis comparativo y la pertinencia del estudio dentro de la ergonomía aplicada y la prevención de riesgos laborales.

## CAPÍTULO IV: DESARROLLO

La síntesis de los resultados se realizó considerando la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos, la cual se evidenció en la diversidad de poblaciones evaluadas, herramientas ergonómicas empleadas y tipos de tareas analizadas. En este contexto, el análisis se orientó a identificar tendencias consistentes y patrones descriptivos comunes relacionados con la exposición postural y la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos, evitando inferencias causales o comparaciones estadísticas directas entre los estudios.

**Objetivo principal:** *Determinar la relación entre los trastornos musculoesqueléticos (TME) y los riesgos disergonómicos posturales presentes en trabajadores operativos del sector industrial, con el fin de aportar evidencia científica que oriente estrategias de prevención ergonómica en el ámbito laboral.*

Los estudios analizados reportan una tendencia consistente de asociación entre la exposición a factores disergonómicos posturales y la manifestación de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores operativos. En promedio, el 71,2% de los participantes de las investigaciones realizadas refirió sintomatología musculoesquelética en al menos una región corporal. Este patrón se observa de manera transversal en industrias de manufactura, alimentario, metalurgia y construcción, donde las tareas repetitivas, las posturas mantenidas fuera del rango articular neutro y la manipulación manual de cargas son los principales agentes etiológicos del daño osteomuscular.

Los estudios de Asia reflejan una alta prevalencia y severidad de los trastornos musculoesqueléticos. En Bangladesh [8], identificaron que el 68% de los trabajadores del sector textil presentaba trastornos musculoesqueléticos, afectando principalmente la espalda baja (24.7%) y el cuello (23.7%), con una exposición ergonómica elevada en el 80% de los casos ( $p < 0.003$ ) según el método QEC. De forma similar, en China [9], reportando una prevalencia general del 57.9% de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de construcción, destacando el cuello (24.7%), hombros (22.1%) y espalda baja (12.6%) como las zonas más afectadas, con asociación significativa reportada por los autores del estudio con la fatiga postjornada y la antigüedad ( $p < 0.05$ ).

En Asia meridional, analizaron el riesgo ergonómico en cortadores de carne de India [14] mediante los métodos OWAS y REBA, encontrando puntuaciones máximas de 10/10 en tareas de desposte y molienda, clasificadas como de alto riesgo para lesión musculoesquelética. Estas tareas combinaban flexión del tronco, extensión forzada de brazos y ciclos de repetición cortos, confirmando el efecto acumulativo de la carga postural. Asimismo, en el sector alimentario de Tailandia [15], reportó riesgo muy alto en el 77.5% de los trabajadores donde el 43.9% presentaba molestias en el tronco y el 36.4% en miembros superiores, según una matriz combinada NMQ-RULA.

En América Latina, los hallazgos son consistentes. En Colombia [10], observaron que el 60.8% de los trabajadores de una empresa metalmecánica presentaban síntomas osteomusculares, principalmente en la región dorsolumbar, relacionados con tareas de soldadura y armado que implicaban manipulación de cargas y movimientos repetitivos en miembros superiores. En otro estudio del mismo país [11], se encontró una prevalencia del 33.9% de síntomas musculoesqueléticos, lo que refleja que incluso en posturas estáticas mantenidas generan disergonomía acumulativa.

En Cuba [12], documentaron una prevalencia alarmante de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores metalúrgicos moldeadores manuales, con afectación en muñeca/mano (94.7%), hombros (89.4%) y espalda baja (89.4%). La intensidad del dolor fue catalogada como moderado o intensa en el 78.9% de los casos, asociada a movimientos repetitivos y mantenimiento prologando de posturas forzadas. Este hallazgo confirma que los procesos de fundición manual son altamente disergonómicos y requieren rediseños posturales urgentes.

Un estudio de Guatemala [13] reportó una prevalencia de dolor musculoesquelético del 87% en trabajadores operativos de la manufactura de refrigeradores, afectando principalmente espalda baja, cuello y hombros. Se halló asociación significativa entre el tiempo de labor menor a cinco años y la presencia de dolor (IC 95%;  $p=0.038$ ), lo que indica que la exposición temprana y la falta de adaptación biomecánica inicial representa un periodo crítico de riesgo en entornos industriales de ensamblaje.

Por su parte, en México [17], reportaron trastornos musculoesqueléticos en 30% de extremidades y 20% de espalda baja en la manufactura de neumáticos. En Venezuela [18] observaron puntajes RULA de 7 y riesgos inaceptables de carga en el 50% de las tareas cárnicas, mientras que en Ecuador [19] se identificó en clasificadoras de pescado en 100% de prevalencia de trastornos musculoesqueléticos con niveles REBA de acción 4 (riesgo alto).

Finalmente, los estudios europeos también refuerzan esta relación. En Dinamarca y Reino Unido [16], encontraron una prevalencia global del 68% de trastornos musculoesqueléticos en técnicos de mantenimiento eólicos, con una mediana intensidad de 5/10 en la escala de NRS. Las tareas de ascenso, mantenimiento y manipulación manual fueron las principales causas, destacando que los trabajadores de turbinas pequeñas presentaron mayor riesgo (IC 95% 0.04-0.58) comparados con los de turbinas

grandes, evidenciando como el diseño estructural y las condiciones del entorno influyen directamente en la exposición disergonómica. En conjunto estos resultados confirman la existencia de una asociación biomecánica causal entre exposición forzada y trastornos musculoesqueléticos, sustentando la necesidad de estrategias ergonómicas preventivas basadas en evidencia científica multirregional.

**Objetivo específico 1: *Describir la distribución de los trastornos musculoesqueléticos por zonas corporales, sectores industriales y países, identificando los grupos de trabajadores más expuestos a riesgos disergonómicos.***

El análisis de los estudios incluidos en la revisión sistemática permitió identificar patrones epidemiológicos claros respecto a la distribución anatómica de los trastornos musculoesqueléticos (TME) y su relación con las características de los entornos industriales evaluados. En términos globales, se constató que los segmentos corporales más afectados fueron la espalda baja (93.9%), los miembros superiores (84.8%) y las manos y muñecas (75.8%), seguidos en menor frecuencia por los miembros inferiores (63.6%) y la región cervical (42.4%). Estas cifras confirman la predominancia de las lesiones asociadas a posturas forzadas de tronco, sobreuso de extremidades y manipulación manual de cargas, condiciones recurrentes en las actividades operativas del sector industrial.

La espalda baja aparece como la región anatómica más vulnerable, con presencia reportada en casi todos los estudios. Esta alta prevalencia se relaciona con flexiones repetidas de tronco, levantamiento de peso, rotaciones no controladas y ausencia de apoyo

lumbar durante las tareas prolongadas. Desde el punto de vista biomecánico, estas posturas generan incrementos en el momento de fuerza y presión intradiscal, lo que explica la incidencia elevada de lumbalgias y dorsalgias en sectores como el alimentario [20,25,34] y manufacturero [21,22], donde las actividades implican manipulación continua de materiales y productos.

Los miembros superiores, incluyendo hombros, brazos y codos, registraron una incidencia promedio del 84.8%, asociada principalmente a tareas de alcance repetitivo, flexión sostenida de hombros y movimientos de precisión. Las actividades de montaje, ensamblaje o clasificación manual mostraron mayor riesgo disergonómico debido a la ausencia de rotación de tareas y al diseño inadecuado de las estaciones de trabajo, lo que favorece el desarrollo de síndromes de sobreuso como tendinitis o epicondilitis lateral. Estas manifestaciones coinciden con lo reportado en estudios realizados en Cuba [23], Irán [24], México [22] y Ecuador [25], donde la exposición prolongada a ciclos repetitivos elevó significativamente la prevalencia de síntomas en extremidades superiores.

En cuanto a las manos y muñecas, la afectación promedio fue del 75.8%, siendo una de las zonas con mayor impacto funcional. Los estudios en los sectores metalúrgicos [23] y electrónico [26,35] coinciden en señalar que las actividades de agarre, sujeción y manipulación de piezas pequeñas constituyen factores de riesgo biomecánico recurrentes. Se evidenció además que las tareas de precisión o con las herramientas vibrátiles aumentan la carga estática en los flexores y extensores del antebrazo, contribuyendo al desarrollo de síndrome del túnel carpiano y tenosinovitis. En consecuencia, el control de las posturas distales debe ser una prioridad en la prevención de trastornos musculoesqueléticos en operarios manuales.

En lo referente a los miembros inferiores, su participación en la sintomatología musculoesquelética alcanzó el 63.6% de los estudios revisados. Las causas predominantes

fueron la bipedestación prolongada, la presión localizada en extremidades inferiores y la limitada alternancia postural. Estas condiciones fueron frecuentes en industrias como la alimentaria [27] y automotriz [28], donde los trabajadores permanecen largos periodos de pie sin pausas ni apoyos ergonómicos. La literatura revisada subraya que la falta de mobiliario adaptado y la ausencia de superficies antideslizantes o amortiguadores intensifican la fatiga muscular y los trastornos circulatorios asociados.

Al analizar la distribución por sectores industriales, se identificó que los más representativo fueron: alimentario (27.3%), manufacturero (21.2%), metalmecánico (15.1%), energético (9.1%), electrónico (9.1%) y metalúrgico (6.1%), seguidos por sectores como el textil, construcción y pesquero con menor frecuencia. El sector alimentario destaca por la alta exposición a posturas mantenidas y manipulación manual de alimentos, mientras que el manufacturero y metalmecánico concentran mayor uso de herramientas, fuerza y precisión repetitiva. Estas condiciones explican la elevada incidencia de TME en miembros superiores y zona lumbar, registradas de manera reiterada en estudios de México, Perú, Ecuador y Colombia.

La distribución geográfica evidencia un predominio de investigaciones realizadas en América Latina (57.6%), seguida de Asia (30.3%) y Europa (12.1%). Los países con mayor número de publicaciones fueron Ecuador (6 estudios), México (4), Perú (3), Irán (2) y Cuba (2), concentrando más del 50% del total analizado. Este patrón revela una mayor preocupación ergonómica en regiones con intensa actividad manufacturera y de procedimiento de alimentos, donde las condiciones laborales aún presentan limitaciones en automatización, pausas y rediseño ergonómico. Además, la coincidencia en las zonas corporales afectadas y los métodos empleados demuestra una tendencia global convergente en la manifestación de los trastornos musculoesqueléticos por exposición postural.

En síntesis, la distribución anatómica y sectorial de los trastornos musculoesqueléticos confirma que la exposición disergonómica postural constituye un factor determinante de riesgo en el ámbito industrial. Los hallazgos reflejan una consistencia epidemiológica internacional, donde los trastornos musculoesqueléticos de espalda baja, miembros superiores y manos representan el mayor porcentaje de casos reportados. Asimismo, los sectores alimentario y manufacturero agrupan la mayor cantidad de trabajadores con exposición crítica, especialmente en países con procesos productivos semi-manuales.

**Objetivo específico:** *Analizar las herramientas ergonómicas aplicadas en los estudios revisados, estableciendo cuales permiten una evaluación más precisa y válida de la relación entre la exposición postural y manifestación de trastornos musculoesqueléticos.*

Del total de estudios revisados, se identificó una amplia diversidad de métodos y herramientas ergonómicas empleadas para la evaluación del riesgo disergonómico postural. Sin embargo, predomina el RULA (Rapid Upper Limb Assessment), aplicado en 45.5% de los estudios, seguido del REBA (Rapid Entire Body Assessment) con 27.3%, y en menor proporción el OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) con 9.1%, y el OCRA (Occupational Repetitive Actions) con 6.1%. Adicionalmente, un 18.2% de las investigaciones complementaron estas herramientas con cuestionarios autoadministrados, entre ellos el Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ), empleado para identificar la presencia de sintomatología musculoesquelética en diversas regiones corporales.

El predominio del método RULA refleja su alta aplicabilidad en entornos industriales con tareas manuales, repetitivas o de precisión. Este instrumento, desarrolla por McAtamney

y Corlett, permite una evaluación rápida y cuantitativa de las posturas adoptadas por el tronco, cuello y extremidades superiores, asignando puntuaciones que reflejan el nivel de riesgo biomecánico. Los estudios que emplearon RULA demostraron una correlación positiva significativa entre puntuaciones altas ( $\geq 6$  puntos) y la presencia de TME, especialmente en espalda baja y hombros [29,37,38]. Su simplicidad de aplicación, reproductibilidad y validez interobservador justifican su elección como herramienta principal en más del 40% de las investigaciones revisadas.

El método REBA, diseñado para la evaluación global del cuerpo, fue empleado mayormente en industrias que implican manipulación manual de cargas y posturas dinámicas, como las del sector alimentario [14,27] y manufacturero [30]. Los estudios con REBA reportan niveles de riesgo medio a alta (puntuaciones entre 6 a 12) en más del 65% de las tareas analizadas, los cuales se asociaron significativamente con síntomas musculoesqueléticos en espalda, cuello y extremidades inferiores. Su fortaleza radica en la consideración integral de los segmentos corporales y del esfuerzo físico aplicado, aunque requiere mayor tiempo de aplicación y nivel avanzado de entrenamiento observacional.

El método OWAS se utilizó con menor frecuencia (9.1%), principalmente en actividades de ensamblaje [21], donde la observación sistemática de las posturas del tronco, brazos y piernas permiten establecer frecuencias de exposición y categorías de corrección postural. Los resultados obtenidos con OWAS coincidieron con los hallazgos de RULA y REBA en cuanto a los segmentos más comprometidos (espalda baja y extremidades superiores), confirmando su utilidad para identificar tareas que requieren rediseño inmediato o rotación de actividades. Sin embargo, su limitada sensibilidad a movimientos finos y tareas de precisión podrían explicar su menor adopción en los estudios revisados.

El método OCRA, aplicado en un 6.1% de los estudios, se orientó a la evaluación de tareas repetitivas de alta frecuencia manual, especialmente en la industria alimentaria [14,18,20]. Los resultados mostraron puntuaciones de riesgo entre 7 y 14 puntos, equivalentes a niveles de riesgo medio y alto, con prevalencia de trastornos musculoesqueléticos superiores al 70% en muñecas y antebrazos. Su capacidad para cuantificar la frecuencia de acción, fuerza aplicada y factores adicionales (vibración, recuperación insuficiente etc.) lo convierte en una herramienta altamente precisa, aunque su uso se limita por la complejidad del procedimiento y requerimiento de observadores entrenados.

El NMQ (Nordic Musculoskeletal Questionnaire) fue empleado como herramientas complementaria o exclusiva en 39.4% de los estudios [31,32,33,36], debido a su capacidad epidemiológica para identificar la prevalencia de síntomas musculoesqueléticos en diferentes segmentos corporales. Si bien no constituye una herramienta de evaluación postural per se, su aplicación es fundamental en los estudios transversales descriptivos, al permitir establecer patrones sintomatológicos y zonas anatómicas críticas, los cuales posteriormente se correlacionan con resultados obtenidos mediante métodos observacionales. Su fortaleza radica en su validez internacional y reproducibilidad estadística, aunque depende de la percepción subjetiva del trabajador.

En términos de precisión y validez, los estudios que combinan herramientas observacionales (RULA, REBA, OWAS, OCRA) con cuestionarios epidemiológicos (NMQ) presentan los resultados más sólidos. El 35% de las investigaciones que aplicaron esta estrategia mixta lograron establecer correlaciones estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre las puntuaciones ergonómicas y la prevalencia de TME, fortaleciendo la evidencia de relación causal entre exposición postural y manifestación musculoesquelética. Este enfoque combinado permite integrar la evaluación objetiva del

riesgo biomecánico con la percepción subjetiva del malestar, otorgando una visión más completa del fenómeno disergonómico.

En síntesis, los hallazgos de esta revisión evidencian que el RULA y el REBA constituyen las herramientas más consistentes y robustas para evaluar la relación entre exposición postural y los trastornos musculoesqueléticos en contextos industriales, dada su validez empírica, aplicabilidad práctica y respaldo estadístico [39,40]. No obstante, el uso complementario del NMQ aporta un componente clínico-subjetivo indispensable para la vigilancia ergonómica. La tendencia observada en los estudios sugiere que la evaluación multimétodo –combinación observación, autoinforme y análisis biomecánico– ofrece la mayor capacidad para generar evidencia científica de calidad, respaldando decisiones preventivas y rediseños ergonómicos sustentados en datos cuantitativos y clínicos integrados.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- El análisis de los 33 estudios permitió evidenciar una tendencia consistente de asociación entre la exposición a factores disergonómicos posturales y la presencia de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del sector industrial. Los resultados descriptivos reportados en los estudios revisados indican que aproximadamente 71.2% de los trabajadores presentó sintomatología musculoesquelética en al menos una región corporal, siendo la espalda baja, el cuello y miembros superiores, las zonas más frecuentemente afectadas. Estos hallazgos sugieren que la exposición prolongada a posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas constituyen un factor relevante en la aparición de trastornos musculoesqueléticos en contextos industriales.
- La distribución anatómica de los trastornos musculoesqueléticos reportada en los estudios revisados muestra una predominancia en la región lumbar (93.3%), seguida de miembros superiores (84.8%) y manos y muñecas (75.8%), lo cual refleja una mayor exposición biomecánica en los segmentos involucrados en tareas de manipulación manual y actividades repetitivas. Los sectores alimentario y manufacturero concentraron la mayor frecuencia de estudios con alta prevalencia de sintomatología musculoesquelética, lo que sugiere una mayor carga disergonómica asociada a procesos productivos semi-manuales y a la limitada rotación de tareas en dichos sectores.

- El análisis metodológico de los 33 estudios incluidos en la revisión permitió identificar que las herramientas RULA y REBA son las más empleadas y con mayor consistencia en la evaluación del riesgo disergonómico postural en contextos industriales. Los estudios revisados evidencian una tendencia a una mayor sensibilidad de estos métodos para la identificación de posturas forzadas y niveles elevados de carga biomecánica, particularmente en el tronco y las extremidades superiores. Asimismo, los métodos OWAS y OCRA se utilizan como herramientas complementarias para la evaluación de posturas globales y tareas altamente repetitivas, respectivamente. La aplicación combinada de instrumentos observacionales y cuestionarios epidemiológicos como el NMQ muestra una mayor coherencia descriptiva en la identificación de trastornos musculoesqueléticos, fortaleciendo la interpretación de la relación entre exposición postural y sintomatología musculoesquelética en los estudios analizados.

## CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar programas integrales de gestión ergonómica que se incluyan la evaluación periódica de riesgos posturales mediante instrumentos validados (RULA, REBA), la rotación sistemática de tarea, pausas activas estructuradas y el rediseño de estaciones de trabajo conforme a principios biomecánicos. Asimismo, se sugiere promover la formación ergonómica continua en trabajadores y supervisores, a fin de fortalecer la cultura preventiva y reducir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos en sectores operativos de alta demanda física.
- Se recomienda priorizar intervenciones ergonómicas segmentadas por tipo de tarea y región corporal afectada, enfocadas principalmente en la prevención de lumbalgias y lesiones de miembros superiores. Las acciones deben incluir ajustes antropométricos de las estaciones de trabajo, diseño de herramientas ergonómicas de bajo impacto y promoción de pausas compensatorias de recuperación muscular. Además, se sugiere fortalecer la investigación aplicada en sectores de alta exposición (alimentario, metalmecánico y manufacturero) y promover políticas de vigilancia epidemiológica ergonómicas con enfoque regional.
- Se recomienda que las evaluaciones ergonómicas en entornos industriales se basen en modelos multimétodo, combinando RULA o REBA con el NMQ y registros clínicos de trastornos musculoesqueléticos. Este enfoque integral permitirá cuantificar objetivamente la carga biomecánica y al mismo tiempo capturar la percepción

subjetiva del malestar laboral. Asimismo, se sugiere desarrollar protocolos estandarizados de aplicación y capacitación interobservador, con el fin de garantizar la confiabilidad y reproducibilidad de los resultados. Finalmente, es indispensable que las organizaciones incorporen estas herramientas en su sistema de vigilancia ergonómica continua, para orientar decisiones preventivas basadas en datos científicos verificables.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Heidaramoghdam R, Mohammadfam I, Babamiri M, Soltanian AR, Khotanlou H, Sohrabi MS. What do the different ergonomic interventions accomplish in the workplace? A systematic review. *Int J Occup Saf Ergon*. 2022;28(1):600-624. doi:10.1080/10803548.2020.1811521.
2. Govaerts R, Tassignon B, Ghillebert J, Serrien B, De Bock S, Ampe T, El Makrini I, Vanderborght B, Meeusen R, De Pauw K. Prevalence and incidence of work-related musculoskeletal disorders in secondary industries of 21st century Europe: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1):751. doi:10.1186/s12891-021-04615-9. Hoffman CM, Burgess-Limerick R, Marcotte P. Use of ergonomic tools for assessing risk of musculoskeletal disorders in the workplace. *Work*. 2017;56(4):541–552.
3. David GC. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occup Med (Lond)*. 2005;55(3):190-9. doi:10.1093/occmed/kqi082. PMID:15857898.
4. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sørensen F, Andersson G, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon*. 1987;18(3):233-237. doi:10.1016/0003-6870(87)90010-X
5. Ding X, Guan Z, Liu N, Bi M, Ji F, Wang H, Zhang X, Liu B, Niu D, Lan T, Xie T, Li J, Yan T. Prevalence and risk factors of work-related musculoskeletal disorders among emerging manufacturing workers in Beijing, China. *Front Med (Lausanne)*. 2023;10:1289046. doi:10.3389/fmed.2023.1289046..
6. Li J, Qiu Y, Wang Y, Chen X, Zhang S. Ergonomic risk management and proactive prevention of work-related musculoskeletal disorders: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(21):14235. doi:10.3390/ijerph192114235.

7. Alvarado-Esquivel C, García-Benavides L, Martínez-Martínez A, Pacheco-González R, Hernández-Torres J. Influence of ergonomic interventions on workers' health, motivation and performance: a systematic review. *Work*. 2023;76(2):543-556. doi:10.3233/WOR-220030.
8. Lee YC, Hong X, Man SS. Prevalence and associated factors of work-related musculoskeletal disorders symptoms among construction workers: A cross-sectional study in South China. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(5):4653. doi: 10.3390/ijerph20054653.
9. Castro-Castro GC, Ardila-Pereira LC, Orozco-Muñoz YS, Sepúlveda-Lázaro EE, Molina-Castro CE. Factores de riesgo asociados a desordenes musculo esqueléticos en una empresa de fabricación de refrigeradores. *Rev Salud Publica*. 2018;20(2):182-8. doi: 10.15446/rsap.v20n2.57015.
10. Cepeda Hilarión A, Jiménez Chisica G, Ramírez Montes AL. Prevalencia de síntomas musculo esqueléticos y factores asociados en una empresa de alimentos de la ciudad de Bogotá, Colombia, 2019. Bogotá (CO): Universidad del Rosario; 2019.
11. Guillén Prieto S, Avila Solis MA, Pastor Sánchez Figueredo R. Manifestaciones de trastornos musculoesqueléticos en manufactura manuales metalúrgicos. *Univ Cienc Méd Guantánamo*. 2024;103:e4340. doi: 10.5281/zenodo.10456473.
12. Méndez de León AG. Factores relacionados al dolor musculoesquelético en trabajadores operativos de una industria manufacturera de refrigeradores. *Rev Postgr Med*. 2024;3(2):36-52.
13. Mukhopadhyay P, Khan A. The evaluation of ergonomic risk factors among meat cutters working in Jabalpur, India. *Int J Occup Environ Health*. 2015;21(3):192-8. doi:10.1179/2049396714Y.0000000064.

14. Chaiklieng S. Health risk assessment on musculoskeletal disorders among potato-chip processing workers. *PLoS One*. 2019;14(12):e0224980. doi:10.1371/journal.pone.0224980.
15. Oestergaard AS, Smidt TF, Sogaard K, Sandal LF. Musculoskeletal disorders and perceived physical work demands among offshore wind industry technicians across different turbine sizes: a cross-sectional study. *Int J Ind Ergon*. 2022;88:103278. doi:10.1016/j.ergon.2022.103278.
16. Balderas-López M, Zamora Macorra M, Martínez Alcántara S. Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la fura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad. *Acta Universitaria*. 2019;29:1-16. doi:10.15174/au.2019.1913.
17. Márquez-Gómez M, Márquez Robledo M. Factores de riesgo biomecánicos y psicosociales presentes en la industria venezolana de la carne. *Ciencia & Trabajo*. 2015;17(54):171-176. doi:10.4067/S0718-24492015000300003.
18. Molina Camacho JA. Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos por posturas forzadas en clasificadoras de pescado de una empresa pesquera, [Ecuador]: Universidad Internacional SEK; 2021.
19. Intranuovo G, De Maria L, Facchini F, Giustiniano A, Caputi A, Birtolo F, Vimercati L. Risk assessment of upper limbs repetitive movements in a fish industry. *BMC Res Notes*. 2019;12(1):354. doi:10.1186/s13104-019-4392-z.
20. Biasi JA, Branquinho RV, Catai RE. Análisis ergonómico de la actividad de asistente de preparación de masa en una industria papelera. *Rev Adm Empres*. 2022;16:e202203. doi:10.4322/rae.v16e202203.es.

21. Nieves-Talavera KA, Gómez-Bull KG, Vargas-Salgado MM. Evaluación ergonómica postural en trabajadores del área de inspección en industria maquiladora. En: Memorias del Congreso; 27-29 mayo 2020; Chetumal, Quintana Roo, México.
22. Guillén-Prieto S, Ávila-Solís MA, Pastor Sánchez-Figueroa R. Physical care for musculoskeletal disorders caused during the vibro-casting process. Universidad de Holguín; [2022].
23. Choobineh A, Daneshmandi H, Saraj Zadeh Fard SK, Tabatabaee SH. Prevalence of work-related musculoskeletal symptoms among Iranian workforce and job groups. *Int J Prev Med.* 2016;7:130.
24. Jama Vilela FE. Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos por posturas forzadas en trabajadores de una industria panificadora. 2022.
25. Chu PC, Wang TG, Guo YL. Work-related and personal factors in shoulder disorders among electronics workers: findings from an electronics enterprise in Taiwan. *BMC Public Health.* 2021;21:11572. doi:10.1186/s12889-021-11572-4.
26. Druet-Rodríguez FA, Buenaño-Buenaño EN. Análisis de los factores de riesgos ergonómicos de una industria procesadora de alimentos en Guayaquil, Guayas. *Arandu UTIC.* 2024;11(2):1586-1607. doi:10.69639/arandu.v11i2.359.
27. Nasarudin A, Mustafa H. Prevalence of work-related musculoskeletal disorders among tire workshop mechanics in Pagoh, Malaysia. *Prog Eng Appl Technol.* 2022;3(2):331-338. doi: 10.30880/peat.2022.03.02.062.
28. Sortillón-González PE, Ortega-Encinas LU, López-Bojórquez JS, Leyva-Pacheco JA, Silvas-García MI. Análisis comparativo de métodos de evaluación postural para la determinación del riesgo de trastornos músculo-esqueléticos en las tareas de ensamblaje en el sector industrial de manufactura. *Rev Investig Académica Sin Frontera.* 2018;28:1-???. doi:10.46589/rdiasf.v0i28.190.

29. Boonla S, Chaiklieng S. Ergonomics risk and musculoskeletal disorders among industrial workers in textile export and small enterprise. *Thai J Ergon.* 2021;4(1)
30. Asencios Valle N, López Villanueva GDR. Factores asociados a trastornos musculoesqueléticos en miembros superiores en trabajadores de una empresa avícola [tesis]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2019. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626110>
31. Agila-Palacios E, Colunga-Rodríguez C, González-Muñoz E, Delgado-García D. Síntomas músculo-esqueléticos en trabajadores operativos del área de mantenimiento de una empresa petrolera ecuatoriana. *Cienc Trab.* 2014;16(51):198-205.
32. Rodríguez Pulido AG. Carga laboral y trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del área limpieza y lastrado de la empresa SIMA-Chimbote [tesis]. Lima; 2024.
33. Torres-Ruiz S. Riesgo ergonómico y trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de industria alimentaria en el Callao en el 2021. *Horiz Med (Lima).* 2022;23(3):e2207.
34. Acquah AA, D'Souza C, Martin BJ, Arko-Mensah J, Basu N, Quakyi IA, et al. Comparison of ergonomic risk factors and work-related musculoskeletal disorders among dismantlers and burners of electronic waste in Agbogbloshie, Accra, Ghana. *Proc Hum Factors Ergon Soc Annu Meet.* 2021;65(1):715-719.
35. Llongo B, Cadena S. Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos asociados a las condiciones laborales y sociodemográficas del personal de operaciones en comparación con el personal de mantenimiento en taladros de reacondicionamiento de pozos petrolíferos en una empresa de El Coca, Ecuador 2023 [tesis de maestría]. Quito: Universidad de las Américas; 2023.

36. Cohen Padilla H, Carrillo Landazabal M, Bedoya Marrugo E. Análisis del impacto ergonómico asociado a la manipulación de cargas en trabajadores de equipos de perforación del sector petrolero. NOVA . 2020 Jul. 9.
37. [1]Mean V, Abdullah NS, Md Dawal SZ, Aoyama H, Sothea K. Investigation on Musculoskeletal Symptoms and Ergonomic Risk Factors at Metal Stamping Industry. AEF 2013;10:293–9. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/aef.10.293>.
38. Ruiz Miranda AJ. Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de una fábrica metalmecánica. Quito: Universidad Internacional SEK; 2019.
39. Babaei Pouya A, Nemati A, Nematollahi H, Safari S, Abedi Vakilabad P, Nezh Mohammad M. Prevalence of musculoskeletal disorders and associated factors among workers: a cross-sectional study. Int J Musculoskelet Pain Prev. 2019;4(1):144-9.
40. Kakaraparthi VN, Vishwanathan K, Gadhavi B, Reddy RS, Tedla JS, Alshahrani MS, Dixit S, Gular K, Zaman GS, Gannamaneni VK, Sirajudeen MS, Nambi G. Clinical application of Rapid Upper Limb Assessment and Nordic Musculoskeletal Questionnaire in work-related musculoskeletal disorders: a bibliometric study. Int J Environ Res Public Health. 2023;20(3):1932. doi:10.3390/ijerph20031932. PMID: 36767293; PMCID: PMC9914731.