

Ergonomía aplicada: Un enfoque educativo para la seguridad en logística y operaciones empresariales

Applied ergonomics: An educational approach to safety in logistics and business operations

Juan Asterio Castillo-Salamín

Universidad de Panamá, Facultad de Administración de Empresas. Panamá

juan.castillo-s@up.ac.pa; <https://orcid.org/0000-0002-9254-1028>

Artículo recibido: 18 de marzo de 2025

Artículo aceptado: 26 de marzo de 2025

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colegiada.v6n2.a7205>

RESUMEN

Este estudio evalúa los riesgos ergonómicos en la manipulación manual de cargas entre bandas transportadoras, resaltando la importancia de la formación en ergonomía dentro de la educación técnica y profesional. A través de un estudio de caso en Operadora de Transporte y Logística (OTL), se analiza el cumplimiento normativo y su impacto en la seguridad ocupacional. La metodología combina entrevistas con trabajadores, peritajes técnicos y herramientas de evaluación ergonómica, aplicando la ecuación de NIOSH y las tablas de Snook y Ciriello para cuantificar el nivel de riesgo. Los resultados evidencian condiciones de alto riesgo derivadas de la manipulación de cargas excesivas (32 kg), posturas inadecuadas y la ausencia de ayudas mecánicas, factores que incrementan significativamente la probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos. El índice de levantamiento (LI) obtenido excede ampliamente los valores de seguridad recomendados, confirmando una exposición inaceptable. Se enfatiza la necesidad de fortalecer la capacitación en seguridad laboral en programas educativos de logística y operaciones, fomentando una cultura preventiva. Se recomienda integrar la ergonomía en los planes de estudio y certificaciones como estrategia esencial para reducir accidentes, optimizar el bienestar de los trabajadores y mejorar las condiciones en entornos donde convergen procesos manuales y automatizados.

PALABRAS CLAVE: Ergonomía, seguridad en el trabajo, educación técnica, norma de trabajo, enfermedad profesional.

ABSTRACT

This study assesses ergonomic risks in manual material handling between conveyor belts, highlighting the importance of ergonomics training in technical and vocational education. Through a case study at Operadora de Transporte y Logística (OTL), compliance with regulations and its impact on occupational safety are analyzed. The methodology combines worker interviews, technical assessments, and ergonomic evaluation tools, applying the NIOSH lifting equation and Snook and Ciriello tables to quantify risk levels. The results reveal high-risk conditions due to excessive load handling (32 kg), improper postures, and the absence of mechanical aids, factors that significantly increase the likelihood of developing musculoskeletal disorders. The obtained Lifting Index (LI) substantially exceeds recommended safety thresholds, confirming an unacceptable level of exposure. The study underscores the need to strengthen occupational safety training in logistics and operations education programs, fostering a preventive culture.



Integrating ergonomics into curricula and certifications is recommended as a key strategy to reduce workplace accidents, enhance worker well-being, and improve conditions in environments where manual and automated processes intersect.

KEYWORDS: Ergonomics, safety at work, technical education, work standard, occupational disease.

INTRODUCCIÓN

La transferencia manual de carga entre bandas transportadoras representa un desafío ergonómico en distintos sectores productivos, donde las condiciones de trabajo pueden comprometer la seguridad de los trabajadores y la eficiencia operativa. A pesar de los avances en automatización, muchas tareas siguen requiriendo esfuerzo físico, exponiendo a los operarios a riesgos musculoesqueléticos. La educación en ergonomía se posiciona como una estrategia clave para mitigar estos riesgos y fomentar una cultura preventiva.

Este fenómeno impacta tanto la salud de los trabajadores como la eficiencia productiva. Las cargas elevadas, la repetitividad de movimientos y la falta de estrategias ergonómicas pueden comprometer la estabilidad laboral y operativa. La ergonomía no solo mejora la seguridad; sino que también, fortalece la formación profesional al dotar a los trabajadores de herramientas para identificar y prevenir riesgos, promoviendo entornos laborales más seguros y eficientes. El marco conceptual se basa en normativas y metodologías de evaluación ergonómica. La norma ISO 11228-1 establece criterios para la manipulación manual de cargas, mientras que herramientas como la ecuación de NIOSH y las tablas de Snook y Ciriello permiten evaluar la exposición a riesgos ergonómicos (Carrión-Cevallos, 2021; Martínez, 2007; Pavía Donderis, 2017).

Estudios han demostrado que el incumplimiento de estos estándares incrementa la incidencia de trastornos musculoesqueléticos, reforzando la necesidad de estrategias preventivas (Rodríguez, 2021; Micheletti Cremasco et al., 2019). Además, investigaciones han evidenciado que la educación en ergonomía reduce accidentes laborales al permitir a los trabajadores identificar factores de riesgo y aplicar medidas correctivas (Hidalgo, Ojeda & Huamán, 2018; Ren, Zhou & Chen, 2023).

Los estudios en distintos sectores evidencian la relevancia de la ergonomía para la seguridad ocupacional. En Panamá y América Latina, se ha identificado que la frecuencia de levantamiento, la distancia de transporte y las posturas forzadas contribuyen a los trastornos musculoesqueléticos (Carrión-Cevallos, 2021; Solís-Carcaño et al., 2023). La **Tabla 1** presenta un resumen de los principales efectos de estos factores de riesgo sobre la salud, según la evidencia científica recopilada.

Tabla 1

Impacto de los Factores de Riesgo en la Salud: Evidencia y Descripción de sus Consecuencias

Trastornos Musculoesqueléticos	Descripción	Autores
Lesión lumbar y lumbalgia	Daño estructural o lumbalgia en la región lumbar, causado por el levantamiento y transporte manual de cargas pesadas, que puede manifestarse como dolor lumbar o afectar músculos, ligamentos, discos o vértebras, aumentando el riesgo de lesiones crónicas.	Rodríguez (2021), Balderas-López et al. (2019), Atitlán Aburto (2013), Pavía Donderis (2017), Grefa-Tanguila & Rosero-Mantilla (2022)
Lesiones por posturas forzadas y movimientos repetitivos	Lesiones derivadas de posturas incómodas y movimientos repetitivos durante la jornada laboral.	Gordillo-Montero & Peralta-Beltrán (2024), Gutiérrez et al. (2012), Amaguaya Vizuite et al. (2024), Moradi et al. (2017), Druet-Rodríguez & Buenaño Buenaño (2024)
Lesiones en extremidades superiores e inferiores	Daños en manos, muñecas, hombros y piernas debido a la manipulación de cargas pesadas.	Balderas-López et al. (2019), Arteaga-Rubio & Quinde-Alvear (2024), Micheletti Cremasco et al. (2019), Núñez Mazza (2024)

Asimismo, en el ámbito educativo, se ha constatado que la formación en ergonomía sigue siendo insuficiente y mayormente reactiva en lugar de preventiva (Gordillo-Montero & Peralta-Beltrán, 2024). La falta de estrategias pedagógicas adecuadas limita su efectividad como herramienta de prevención de riesgos laborales.

Este estudio busca evaluar los riesgos ergonómicos en la transferencia manual de carga entre bandas transportadoras y analizar el papel de la formación en ergonomía como estrategia de mitigación. A través de este análisis, se pretende generar evidencia que fortalezca la enseñanza de la ergonomía en programas de formación profesional y contribuya a mejorar las condiciones laborales en distintos sectores productivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

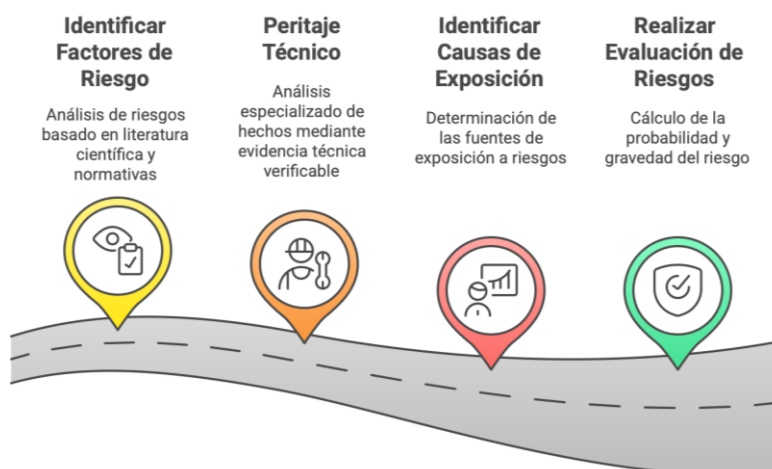
El presente estudio de caso se abordó mediante un proceso metodológico estructurado y sistemático, diseñado para analizar en profundidad el accidente musculoesquelético ocurrido entre las bandas transportadoras. Este enfoque, representado gráficamente en la Figura 1, permitió la identificación de factores de riesgo, la reconstrucción detallada del suceso, la determinación de las causas de exposición y la evaluación integral del riesgo asociado. El objetivo principal fue desentrañar los elementos que contribuyeron a la ocurrencia del accidente, asegurando una comprensión precisa de los factores involucrados y una evaluación objetiva del riesgo.

Para lograrlo, se implementó una metodología que abarcó desde la fundamentación teórica y normativa hasta la aplicación de técnicas de peritaje y evaluaciones cuantitativas del riesgo. Las fases del estudio se desarrollaron de manera secuencial, permitiendo una transición

ordenada desde la contextualización hasta la evaluación final del riesgo. Cada etapa, resultó crucial para construir un análisis robusto y fundamentado, proporcionando una base técnica para el estudio del caso.

Figura 1

Metodología para la Evaluación de Riesgos Laborales



Tipo y Diseño de la Investigación

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque exploratorio-descriptivo, utilizando un estudio de caso para analizar las condiciones laborales y el cumplimiento de normativas ergonómicas en la MMC dentro de la empresa Operadora de Transporte y Logística (OTL). Se seleccionó este enfoque debido a la necesidad de evaluar el fenómeno en su contexto real, sin buscar una generalización de los resultados. La investigación se centró en un incidente específico, en el que un trabajador—denominado Carlos—sufrió un accidente laboral durante la transferencia manual de carga entre bandas transportadoras. A través del análisis detallado de este caso, se identificaron factores de riesgo y su relación con la gestión de seguridad ocupacional en la empresa. La naturaleza exploratoria permitió identificar y contextualizar las condiciones en las que ocurrió el accidente, mientras que la descriptiva proporcionó una caracterización detallada de los factores de riesgo y su relación con el evento. La elección del estudio de caso se justificó en la necesidad de comprender el fenómeno en su contexto real, permitiendo una evaluación exhaustiva de las condiciones laborales de Carlos, en lugar de generalizar los resultados a un universo más amplio.

1. Población y Muestra

La población del estudio estuvo conformada por los trabajadores de la empresa OTL que desempeñaban funciones de manipulación manual de cargas (MMC) en el área donde ocurrió el accidente. Dado que el objetivo del estudio era analizar un caso específico, **la muestra se seleccionó de manera intencional** e incluyó a:

- **Carlos (trabajador accidentado)**, quien proporcionó información clave sobre la tarea y el incidente.
- **Dos empleados** que desempeñaban funciones similares y pudieron aportar contexto sobre las condiciones laborales.
- **Supervisores y responsables de seguridad**, quienes brindaron información sobre los procedimientos y normativas aplicadas.

- **Registros institucionales y reportes de accidentes** de OTL, analizados para contrastar la información obtenida.

Debido a restricciones de acceso, no fue posible incluir a otros trabajadores actuales de la empresa. Para mitigar esta limitación, se complementó el análisis con observaciones en el entorno laboral y la consulta de normativas nacionales e internacionales. Esto permitió contrastar los hallazgos con estándares ergonómicos reconocidos y validar los resultados del estudio.

2. Variables del Estudio

El estudio se basó en la identificación y clasificación de los factores de riesgo ergonómico en la MMC, agrupándolos en tres categorías principales:

Factores físicos:

- Peso excesivo de la carga, identificado como un factor crítico en la incidencia de TME (Carrión-Cevallos, 2021; Solís-Carcaño et al., 2023).
- Frecuencia de levantamiento sin pausas adecuadas, lo que incrementa la fatiga muscular (Kamarudin et al., 2013; Mejía Pacheco et al., 2019).
- Falta de uso de equipos de asistencia mecánica, un problema común en sectores industriales con alta demanda de MMC (Pires, 2012; Núñez Mazza, 2024).

Factores ambientales:

- Condiciones del entorno laboral, como temperatura, iluminación y estabilidad del suelo, las cuales afectan la seguridad del trabajador (Martínez, 2007; Arteaga-Rubio & Quinde-Alvear, 2024).

Factores organizacionales:

- Falta de capacitación en ergonomía, factor identificado en estudios sobre la incidencia de accidentes laborales en contextos con deficiencias formativas (Gordillo-Montero & Peralta-Beltrán, 2024; Pavía Donderis, 2017).
- Carga mental elevada y fatiga laboral, factores que influyen en la disminución del rendimiento y en el incremento de errores operativos (Gutiérrez et al., 2012; Ekdal, 2020; Ren, Zhou & Chen, 2023).

Estos factores fueron evaluados mediante metodologías reconocidas en la literatura científica, como la ecuación de NIOSH y las Tablas de Snook y Ciriello, herramientas ampliamente validadas en la ergonomía laboral (Atitlán Aburto, 2013; Carbonell Bastidas, 2017; Núñez Mazza, 2024).

A su vez, los hallazgos se contrastaron con las normativas nacionales e internacionales vigentes. Entre ellas, se consideraron:

- **Convenio 127 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)**, el cual establece límites sobre el peso máximo que un trabajador puede manipular sin asistencia mecánica (OIT, 1967).
- **Por el cual se aprueba el Código de Trabajo de Panamá**, que regula la seguridad ocupacional y establece responsabilidades para empleadores y trabajadores (Decreto de Gabinete No. 252, 1971).
- **Caja del Seguro Social (CSS)**, con su reglamento de seguridad y salud ocupacional y la guía técnica de evaluación ergonómica, documentos clave para la prevención de TME en la MMC (CSS, 2020; CSS, 2010).
- **Norma ISO 11228-1**, que proporciona criterios técnicos para la evaluación del riesgo ergonómico en la manipulación manual de cargas (ISO, 2021).

Esta integración normativa permitió contextualizar los resultados y evidenciar la necesidad de fortalecer la aplicación de medidas ergonómicas en la industria.

3. Recolección de los datos

a. Peritaje Técnico

El proceso continuó con la recopilación de información mediante un peritaje técnico para reconstruir el accidente con precisión. Para ello, se analizaron registros documentales, se entrevistó al trabajador afectado y a testigos, y se inspeccionó el área del accidente. También se entrevistó al trabajador y a empleados expuestos a condiciones similares con el fin de comprender el contexto del accidente y los factores de riesgo presentes. Paralelamente, se llevó a cabo una inspección del entorno laboral para documentar las condiciones operativas y detectar posibles deficiencias en seguridad. A partir de este análisis, se elaboró una cronología detallada del evento, identificando las circunstancias previas, los procesos operativos implicados y las condiciones laborales que pudieron haber influido en su ocurrencia.

Las técnicas aplicadas fueron las siguientes:

- **Análisis documental:** Se revisaron registros institucionales, informes de seguridad y normativas internas para contrastar las prácticas documentadas con la realidad operativa y evaluar el cumplimiento de las regulaciones de seguridad ocupacional.
- **Entrevistas semiestructuradas:** Se realizaron entrevistas con el trabajador afectado y testigos para analizar la dinámica laboral, la percepción de los riesgos y la evolución de las condiciones de trabajo. Las respuestas fueron codificadas y analizadas para identificar patrones y factores recurrentes.
- **Observación directa y registro visual:** Se inspeccionó el área del accidente para documentar el entorno laboral, el estado de los equipos y la interacción del trabajador con la carga. Se recopilaron fotografías y videos como evidencia visual. Además, se aplicó una lista de verificación ergonómica alineado con normativas internacionales y se realizaron mediciones específicas, como la distancia entre bandas transportadoras y la distribución del espacio de trabajo, para detectar factores de riesgo.

Esta reconstrucción estableció las bases para la evaluación del riesgo en etapas posteriores, proporcionando una comprensión clara y fundamentada de los factores involucrados en el accidente.

a. Identificación de Causas de Exposición

A partir del peritaje técnico, se determinó la exposición al riesgo mediante el análisis de diversos factores que pudieron haber incrementado la vulnerabilidad de los trabajadores en la situación estudiada. Se examinaron las condiciones ambientales, el uso de equipos de protección personal (EPP), la existencia de protocolos de seguridad, la capacitación del personal y la influencia de factores humanos y organizacionales. Además, estos hallazgos se contrastaron con la literatura especializada y el marco normativo identificado en la primera fase, con el propósito de detectar posibles incumplimientos o deficiencias en la gestión de la seguridad. El análisis permitió identificar las condiciones específicas que contribuyeron a la ocurrencia del accidente y proporcionó una base técnica fundamentada para la evaluación del riesgo.

4. Análisis de Datos

Para la evaluación del riesgo asociado al accidente, se aplicaron dos enfoques complementarios: un análisis cualitativo para identificar los factores de riesgo generales y un análisis cuantitativo para evaluar su impacto específico en la MMC. El enfoque cualitativo permitió describir las condiciones laborales y estimar el riesgo como el producto de la probabilidad de ocurrencia (P) y la severidad del daño potencial (S), de acuerdo con la ecuación $\text{Riesgo} = P \times S$. La probabilidad fue evaluada considerando la percepción de los trabajadores y los registros de incidentes, mientras que la severidad se determinó con base en los criterios normativos y las posibles consecuencias sobre la salud laboral. Para el análisis cuantitativo, se empleó inicialmente la **norma ISO 11228-1**, que proporciona los criterios técnicos para la evaluación del riesgo ergonómico en la manipulación manual de cargas. Posteriormente, se aplicaron metodologías complementarias para evaluar de manera más específica cada fase del proceso:

- **La ecuación de NIOSH**, para calcular el Índice de Levantamiento (LI) y determinar si la carga manipulada excedía los límites de seguridad recomendados.
- **Las Tablas de Snook & Ciriello**, para analizar la fatiga acumulativa y el esfuerzo físico en el transporte de la carga entre bandas.

RESULTADOS

La presente sección expone los hallazgos obtenidos mediante el análisis cualitativo y cuantitativo, con el objetivo de evaluar los factores de riesgo en la MMC. En primer lugar, se presentan los resultados cualitativos basados en la percepción de los trabajadores y los criterios normativos. Posteriormente, se detallan los valores obtenidos en el análisis cuantitativo, aplicando la norma ISO 11228-1 como referencia inicial para la evaluación del riesgo ergonómico. Seguidamente, se emplearon la ecuación de NIOSH y las Tablas de Snook & Ciriello para determinar los niveles específicos de riesgo.

1. Principio General de Riesgo en la MMC

En ausencia de registros de accidentes o incidentes, la probabilidad (P) se determinó de manera cualitativa utilizando otros indicadores relevantes. En este caso, se evaluaron los factores de la siguiente manera:

Tabla 2

Evaluación de la Probabilidad (P)

Criterio	Descripción	Justificación	Valor asignado
Frecuencia de la tarea	200-400 bultos/día	Alta exposición debido a la gran cantidad de manipulaciones	Alta (A)
Condiciones de la operación	Manipulación manual sin protección lumbar ni ayuda mecánica, posturas forzadas, bandas transportadoras a 50 cm del piso, recorrido entre bandas 5 metros.	Entorno adverso que incrementa el riesgo	Alta (A)
Juicio experto	Basado en criterios normativos y experiencia en evaluación de riesgos.	Se utiliza en ausencia de datos históricos	Alta (A)

Nota. Adaptado de: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. INSHT (2003)

Esta combinación de factores permite concluir, de manera cualitativa, que la probabilidad es **Alta (A)**, interpretándose como "**el daño ocurrirá siempre o casi siempre**" en términos de exposición y condiciones de la tarea, incluso sin contar con registros históricos.

Tabla 3*Evaluación de la Severidad (S)*

Criterio	Descripción	Justificación	Valor asignado
Peso de la carga	32 Kg	Carga superior a 25 Kg incrementa el riesgo de lesiones severas (ISO, 2021)	Dañino (3)
Movimientos forzados	Manipulación sin protección lumbar y posturas forzadas	Las posturas inadecuadas y el esfuerzo manual excesivo agravan la gravedad de la lesión	(1)
Total, Severidad (S)		Suma de los factores (3+1)	Extremadamente dañino (4)

Nota. Adaptado de (INSHT, 2003)

Se asignó un valor base de 3 debido al elevado peso de la carga. Además, se sumó un punto adicional por los movimientos forzados y la ausencia de protección, lo que resultó en un total de 4. Según la matriz de riesgo del INSHT (2003), este valor se clasificó en la categoría de Extremadamente Dañino (ED), lo que indicó que, en caso de materializarse el daño, las consecuencias serían muy graves.

2. ISO 11228-1: Riesgo ergonómico y límites recomendados en la MMC

La norma detalla un modelo de evaluación paso a paso que considera factores como el peso del objeto, la postura del trabajador, la frecuencia y duración de la manipulación, y las condiciones ambientales.

Tabla 4*Procedimiento de Evaluación según ISO 11228-1.*

Paso	Descripción	Fuente/Referencia de la Norma	Caso Evaluado
Evaluación Inicial del Peso	Medir el peso de la carga y compararlo con el límite recomendado	Cargas ≥ 3 kg deben evaluarse; para hombres de 20-45 años, límite ≈ 25 kg (véase Anexo B y Tablas de la norma)	Peso medido: 32 kg (excede el límite de 25 kg para un trabajador masculino de 20-45 años)
Frecuencia y Repetitividad	Analizar la cantidad de levantamientos en la jornada y su duración	La norma establece que la alta repetitividad aumenta el riesgo de fatiga y sobrecarga	Se levantan entre 200 y 400 bultos en una jornada de 8 horas
Evaluación de Postura y Movimiento	Observar la técnica de levantamiento, la proximidad de la carga al cuerpo, y giros o torsiones	Recomendado mantener la carga cerca del cuerpo, inclinación del tronco $\leq 15^\circ$ y giros controlados ($<45^\circ$)	La carga se levanta cerca del cuerpo; giro moderado y controlado; se levanta a 1.02 m (aproximadamente a la altura del codo) y se deposita desde 50 cm del piso
Evaluación del Entorno y Condiciones Adicionales	Considerar factores ambientales, uso de ayudas mecánicas y características del objeto	Revisión de condiciones como piso, espacio, y existencia o ausencia de dispositivos de asistencia (Tablas 3 y 4)	No se utilizan ayudas mecánicas (solo fajas lumbares), lo cual incrementa el riesgo con cargas de 32 kg
Resultados	Integrar todos los datos para clasificar el riesgo y determinar medidas correctivas	Uso del "modelo de pasos" para determinar si la tarea es aceptable o crítica	Tarea de alto riesgo por exceder el límite de peso, alta frecuencia y ausencia de ayudas mecánicas

El análisis realizado según la norma ISO 11228-1 determinó que la tarea evaluada presentaba un alto riesgo ergonómico, ya que excedía el límite de peso recomendado, se realizaba con una alta frecuencia y no contaba con ayudas mecánicas para reducir la carga sobre el trabajador. Mediante la aplicación del modelo de pasos, la tarea fue clasificada como crítica.

3. Fórmula de NIOSH: Fase 1

Tabla 5

Evaluación del Caso en la Fase 1 Según Según NIOSH en la MMC.

Parámetro	Evaluación caso: Fase 1
Constante de carga (LC)	LC = 23 kg
Distancia horizontal (H)	H = 40 cm (distancia horizontal dada)
Multiplicador horizontal (HM)	HM = 25 / H = 25 / 40 = 0.625
Altura de levantamiento (V)	V = 20 cm (altura de levantamiento dada)
Multiplicador vertical (VM)	VM = 1 - 0.003 * V - 75 = 1 - 0.003 * 20 - 75 = 0.835
Distancia vertical (D)	D = V1-V2 = 50 - 80 = 30 cm (distancia vertical recorrida)
Multiplicador de distancia (DM)	DM = 0.82 + (4.5 / D) = 0.82 + (4.5 / 30) = 0.970
Ángulo de giro (A)	A = 90° (ángulo de torsión dado)
Multiplicador de asimetría (AM)	AM = 1 - (0.0032 * A / 2) = 1 - (0.0032 * 90 / 2) = 0.856
Frecuencia (FM)	FM = 0.22 (Frecuencia de levantamientos según tabla NIOSH)
Calidad de agarre (CM)	CM = 0.9 (Calidad del agarre según tabla NIOSH)
Fórmula de NIOSH (RWL)	RWL = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM
Límite de Peso Recomendado (RWL)	RWL = 23 * 0.625 * 0.835 * 0.970 * 0.856 * 0.22 * 0.9 = 1.973 kg
Índice de Levantamiento (LI)	LI = Peso real levantado / RWL = 16.22

El análisis realizado mediante el **método NIOSH** (NIOSH, 1994) determinó un **Límite de Peso Recomendado (RWL)** de **1.973 kg** y un **Índice de Levantamiento (LI)** de **16.22**. Dado que el **LI** superó ampliamente el valor de **3**, la tarea fue clasificada como una situación ergonómica extrema e inaceptable. Con este nivel de sobrecarga, la probabilidad de desarrollar lesiones musculoesqueléticas **se acercó al 100%**, lo que convirtió esta actividad en una fuente de riesgo laboral severo que requería una intervención ergonómica inmediata.

4. Método de Snook y Ciriello: Fase 2

Tabla 6

Evaluación del Riesgo Ergonómico en el Transporte Manual de Carga según las Tablas de Snook y Ciriello

Parámetro de Evaluación	200 bultos/jornada	400 bultos/jornada
Tiempo entre bultos (s)	144	72
Categoría de Frecuencia	Cada 2-5 min	Cada 1-2 min
Distancia de Transporte (m)	5	5
Altura de Transporte (cm)	102	102
Peso Transportado (kg)	32	32

Valor Máximo Aceptable (kg) para 90% de la población	26	22
Valor Máximo Aceptable (kg) para 75% de la población	30	26
Evaluación para 90%	De riesgo	De riesgo
Evaluación para 75%	De riesgo	De riesgo

El análisis ergonómico basado en las Tablas de Snook y Ciriello (Ruiz Ruiz, 2009) permitió evaluar el riesgo asociado a la manipulación manual de bultos de 32 kg a una distancia de 5 metros en dos escenarios de trabajo. Para una frecuencia de **Frecuencia de 400 bultos por jornada**, con un tiempo de manipulación de **72 segundos** entre bultos, el peso transportado superó el límite de **22 kg**, considerado aceptable para el **90 % de la población**, lo que indicó un riesgo ergonómico significativo para este grupo. Asimismo, para el **75 % de la población**, el peso máximo aceptable fue de **26 kg**, por lo que la carga también excedió este valor, manteniendo un nivel de riesgo elevado en ambos casos.

Al reducir la frecuencia a **Frecuencia de 200 bultos por jornada**, el tiempo de manipulación aumentó a **144 segundos** entre bultos, lo que permitió una mayor recuperación muscular entre levantamientos. No obstante, el peso transportado se mantuvo en **32 kg**, superando el límite de **26 kg** aceptable para el **90 % de la población**, lo que continuó representando un riesgo ergonómico para este grupo. Para el **75 % de la población**, el peso máximo recomendado fue de **30 kg**, por lo que la carga también superó este valor, aunque con un menor margen de diferencia.

Estos resultados indicaron que, aunque la reducción en la frecuencia de manipulación disminuyó la fatiga acumulada, el peso transportado siguió estando por encima de los límites recomendados, lo que continuó representando un riesgo ergonómico para ambos grupos poblacionales.

DISCUSIÓN

El análisis de los riesgos ergonómicos en la transferencia manual de carga entre bandas transportadoras evidenció una exposición significativa de los trabajadores a factores de riesgo críticos, en concordancia con estudios previos que destacan la relación entre la manipulación manual de cargas y el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos (Carrión-Cevallos, 2021; Solís-Carcaño et al., 2023). Uno de los hallazgos clave fue la discrepancia entre la percepción de los trabajadores y su exposición real al riesgo. La literatura sugiere que la falta de capacitación en ergonomía puede llevar a una subestimación de los peligros reales en la manipulación de cargas, lo que incrementa la probabilidad de lesiones (Gordillo-Montero & Peralta-Beltrán, 2024; Pavía Donderis, 2017). Este hallazgo enfatiza la necesidad de fortalecer los programas de formación en ergonomía, priorizando enfoques prácticos que permitan a los trabajadores identificar y mitigar los riesgos a los que están expuestos.

Desde una perspectiva normativa, los hallazgos evidencian la necesidad de una mayor aplicación de regulaciones como la ISO 11228-1, la guía de la Caja del Seguro Social y el Código de Trabajo. A pesar de que estas normativas establecen criterios claros para la manipulación manual de cargas, su aplicación en el entorno laboral sigue siendo limitada. La falta de supervisión y control en sectores con alta demanda de MMC contribuye al incumplimiento de estas regulaciones (ISO, 2021, CSS, 2010; Código del Trabajo, Decreto de Gabinete No. 252, 1971), lo que resalta la importancia de mejorar la fiscalización y la capacitación ergonómica.

El estudio identificó cinco factores clave que contribuyeron a la sobrecarga biomecánica en la MMC. Estos factores, documentados en estudios previos, reflejan la interacción entre condiciones operativas deficientes, limitaciones en el cumplimiento normativo y la ausencia de

estrategias de mitigación efectivas. Uno de los principales hallazgos fue la **carga excesiva**, ya que los trabajadores manipulaban bultos de 32 kg, superando el límite recomendado por la normativa vigente (ISO, 2021). De acuerdo con la legislación internacional y local, no se debía exigir ni permitir el transporte manual de cargas cuyo peso pudiera comprometer la salud o seguridad del trabajador (Decreto de Gabinete No. 193, 1970; OIT, 1967; CSS, 2010; ISO, 2021). La evidencia disponible sugirió que la manipulación de cargas por encima de los valores recomendados incrementaba el riesgo de TME, lo que ha sido ampliamente documentado en la literatura.

Otro factor determinante fue la **frecuencia elevada de levantamientos**, ya que la repetición continua del movimiento sin pausas adecuadas aumentaba la fatiga y la probabilidad de desarrollar TME (ISO, 2021). Estudios previos señalaron que la exposición prolongada a esfuerzos repetitivos sin períodos de recuperación adecuados incrementaba significativamente la incidencia de lesiones laborales (Carrión-Cevallos, 2021). La **adopción de posturas forzadas** fue otro aspecto crítico identificado. Los resultados evidenciaron que la interacción entre la velocidad impuesta por la banda transportadora, la altura inadecuada de las estaciones de carga y la manipulación manual de los bultos generaba una sobrecarga biomecánica significativa. El trabajador debía retirar los bultos a un ritmo acelerado, determinado por el flujo continuo de la banda mecánica, sin pausas naturales para ajustar la postura o distribuir el esfuerzo. Esta dinámica lo obligaba a realizar movimientos repetitivos con torsiones del tronco y lanzamientos rápidos al suelo, aumentando el riesgo de lesiones en la zona lumbar y los hombros. Tras dejar la carga en el piso, debía levantarla nuevamente y trasladarla manualmente una distancia de 5 metros hasta la banda transportadora de destino, la cual tenía una altura aún menor que la de origen. Este recorrido, sumado a la necesidad de levantar la carga desde el suelo en condiciones biomecánicamente desfavorables, incrementaba la fatiga y la carga sobre la espalda y las extremidades inferiores. Investigaciones previas demostraron que la ergonomía del puesto de trabajo era un factor determinante en la reducción de lesiones laborales (Rodríguez, 2021; Gordillo-Montero & Peralta-Beltrán, 2024; Balderas-López et al., 2019; Martínez, 2007; Hidalgo, Ojeda & Huamán, 2018), además la combinación de alta frecuencia de movimientos, carga excesiva y posturas inadecuadas como factores críticos en la aparición de trastornos musculoesqueléticos (Carrión-Cevallos, 2021; Solís-Carcaño et al., 2023), así como también lo señalaron las normativas adoptadas localmente (CSS, 2010; ISO, 2021). Sin embargo, a diferencia de otros casos documentados, donde la transferencia de carga ocurre de manera lineal, en este entorno el proceso se ve interrumpido por el lanzamiento al suelo, el levantamiento posterior y el desplazamiento adicional, lo que agrava la exposición al riesgo.

Asimismo, se identificó la **falta de ayudas mecánicas**, lo que obligaba a los trabajadores a depender exclusivamente de su fuerza física para manipular la carga. La ausencia de dispositivos ergonómicos adecuados ha sido vinculada con un mayor desgaste físico y una mayor incidencia de lesiones ocupacionales en diversos sectores industriales (CSS, 2020; CSS, 2010; Decreto de Gabinete No. 193, 1970, Código del Trabajo, Decreto de Gabinete No. 252, 1971). La implementación de ayudas mecánicas podría mitigar estos riesgos y mejorar las condiciones de trabajo (Amaguaya Vizúete et al., 2024; Martínez, 2007; Solís-Carcaño et al., 2023; Pavía Donderis, 2017; Pires, 2012; Moradi et al., 2017; Ekdal, 2020).

El estudio también evidenció que la **ausencia de capacitación** ergonómica es un factor crítico que aumenta la exposición a riesgos laborales. Aunque las normativas establecen la necesidad de formación en ergonomía, su implementación es deficiente. La falta de conocimiento sobre posturas seguras, técnicas de levantamiento y uso de ayudas mecánicas limita la prevención de lesiones, lo que resalta la urgencia de reforzar la capacitación como una estrategia de mitigación de riesgos (Gordillo-Montero & Peralta-Beltrán, 2024; Pavía Donderis, 2017; Moradi et al., 2017; Carbonell Bastidas, 2017; Hidalgo, Ojeda & Huamán, 2018).

Estos resultados coincidieron con estudios previos que identificaron la MMC como un factor determinante en la aparición de TME en diversos sectores laborales (Carrión-Cevallos,

2021; Balderas-López et al., 2019). En América Latina, la falta de capacitación ergonómica y el incumplimiento de normativas fueron señalados como factores que contribuían al aumento de la incidencia de lesiones (Gordillo-Montero & Peralta-Beltrán, 2024; Rodríguez, 2021; Hidalgo, Ojeda & Huamán, 2018; Atitlán Aburto, 2013), lo que reforzó la validez de los hallazgos de este estudio.

CONCLUSIÓN

El estudio confirma que la manipulación manual de cargas en la transferencia entre bandas transportadoras representa un alto riesgo ergonómico debido a la carga excesiva, la repetición de movimientos sin pausas adecuadas y la ausencia de ayudas mecánicas. A pesar de la existencia de regulaciones internacionales y locales, su aplicación es deficiente, lo que expone a los trabajadores a un mayor riesgo de trastornos musculoesqueléticos (TME). Los resultados evidencian que la carga manipulada (32 kg) supera los límites de seguridad recomendados por normativas como la ISO 11228-1 y la guía de la Caja del Seguro Social de Panamá. Además, la frecuencia elevada de levantamientos y las posturas forzadas incrementan la fatiga y el desgaste físico de los trabajadores, lo que eleva la probabilidad de accidentes y lesiones a largo plazo. La evaluación mediante la ecuación de NIOSH y las Tablas de Snook y Ciriello confirma una exposición inaceptable al riesgo ergonómico. Uno de los hallazgos más relevantes es la discrepancia entre la percepción de los trabajadores y su exposición real al riesgo. La falta de capacitación en ergonomía impide que los operarios identifiquen correctamente los peligros asociados a sus tareas, lo que refuerza la necesidad de programas formativos específicos que les permitan adoptar prácticas seguras en el trabajo.

Para mitigar estos riesgos, se recomienda la integración de la ergonomía en los programas de formación técnica y profesional en logística y operaciones empresariales. La implementación de capacitaciones sobre técnicas de levantamiento seguro y el uso de ayudas mecánicas es fundamental para reducir la incidencia de lesiones laborales. Además, las empresas deben reforzar la supervisión y cumplimiento de las normativas ergonómicas, garantizando la seguridad de sus trabajadores. Futuras investigaciones deberán enfocarse en el diseño e implementación de estrategias innovadoras para la enseñanza de la ergonomía, incorporando tecnologías interactivas y metodologías activas que fortalezcan la cultura preventiva en el entorno laboral. Así, se podrá lograr una mejora sustancial en la salud ocupacional y la eficiencia operativa en sectores donde la manipulación manual de cargas sigue siendo una actividad predominante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaguaya Vizuite, V. R., Sulbarán Brito, M. J., & Cruz Gualaceo, A. M. (2024). *Manipulación manual de cargas y su incidencia en trabajadores que realizan los procesos de picking y almacenamiento*. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(5), 98-110. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13281
- Arteaga-Rubio, M. G., & Quinde-Alvear, Á. G. (2024). Factores de riesgos ergonómicos que inciden en trastornos musculoesqueléticos de los trabajadores acuícolas de la camaronera Marycielo. *Journal Scientific MQRInvestigar*, 8(4), 7463-7482. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.7463-7482>
- Atitlán Aburto, F. M. (2013). *Manejo manual de cargas como factor de riesgo para lumbalgia en trabajadores de una empresa metal mecánica* (Tesis para obtener el título de Especialista en Medicina del Trabajo). Universidad Nacional Autónoma de México.

- Balderas-López, M., Zamora-Macorra, M., & Martínez-Alcántara, S. (2019). Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la manufactura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad. *Acta Universitaria*, 29, e1913. <https://doi.org/10.15174/au.2019.1913>
- Caicedo Linger, N. X. (2015). *Evaluación del riesgo ergonómico del personal de bodega en una empresa mayorista de tecnología y su relación con trastornos musculoesqueléticos* (Tesis de maestría). Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador.
- Caja de Seguro Social [CSS]. (2020). Reglamento General de Prevención de los Riesgos Profesionales y de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Gaceta Oficial No. 26728. <https://w3.css.gob.pa/wp-content/wdocs/Reglamento%20General%20de%20Prevencion%20de%20Riesgos.pdf>
- Caja de Seguro Social [CSS]. (2010). Guía técnica para la prevención de los riesgos profesionales en la actividad del transporte terrestre. Dirección Ejecutiva Nacional de Servicios y Prestaciones en Salud. <https://w3.css.gob.pa/wp-content/wdocs/GUIA%20DEL%20TRANSPORTE.pdf>
- Carbonell Bastidas, J. M. (2017). *Ergonomía en la Industria Panadera: Análisis de las Actividades Críticas del Proceso de Producción de Pan*. [Trabajo de titulación, Universidad San Francisco de Quito].
- Carrión-Cevallos, et al. (2021). *Análisis del riesgo ergonómico por manipulación manual de cargas en una empresa agrícola*. Dominio de las Ciencias, 7(4), 413-428. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2338>
- Decreto de Gabinete No. 252 (1971). <https://docs.panama.justia.com/federales/decretos-de-gabinete/decreto-de-gabinete-252-de-1971-feb-18-1972.pdf>
- Druet-Rodríguez, F. A., & Buenaño Buenaño, E. N. (2024). Análisis de los factores de riesgos ergonómicos de una industria procesadora de alimentos en Guayaquil, Guayas. *Revista Científica Internacional Arandu UTIC*, 11(2), 1586-1607. <https://doi.org/10.69639/arandu.v11i2.359>
- Ekdal, M. (2020). *Ergonomic effects of manual parcel handling: A study of the physical, cognitive and organizational ergonomic effects of manual parcel handling*. [Master's Thesis, Chalmers University of Technology].
- Gordillo-Montero, J. C., & Peralta-Beltrán, A. R. (2024). *Evaluación de riesgos laborales por manipulación de cargas pesadas en obreros*. Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas, 4(Especial), 74-82. <https://doi.org/10.62574/rmpi.v4iespecial.111>
- Grefa-Tanguila, G. D., & Rosero-Mantilla, C. (2022). Trastornos musculoesqueléticos por manejo manual de cargas en ribera, caso de estudio. *Ingeniería Industrial*, 43(3), 1-17. <http://www.rii.cujae.edu.cu>
- Gutiérrez, et al. (2012). *Ergonomía y gestión de riesgos de trastornos musculoesqueléticos en*

unidades hospitalarias. Universidad de Concepción.

Hidalgo, M. J., Ojeda, A. Z., & Huamán, N. S. (2018). *Conocimientos sobre manipulación manual de cargas y riesgo ergonómico en estibadores, Lima, enero-junio 2018*. Trabajo académico para optar al título de especialista en enfermería en salud ocupacional.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT]. (2003). *Evaluación de riesgos laborales* (3ª ed.). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. <https://www.insst.es/documents/94886/4948468/Evaluaci%C3%B3n+de+riesgos+laborales+2003.pdf/f923d876-f724-1e32-fd66-2f26aaf4e75d?t=1684917014524>

International Organization for Standardization (ISO). (2021). ISO/FDIS 11228-1:2021(E) – Ergonomics —Manual handling— Part 1: Lifting, lowering and carrying. ISO. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/76820/8bd18dc8652f4bc1b72542123919b917/ISO-FDIS-11228-1.pdf>

Kamarudin, N. H., Ahmad, S. A., Hassan, M. K., Yusuff, R. M., & Md Dawal, S. Z. (2013). A review of the NIOSH lifting equation and ergonomics analysis. *Advanced Engineering Forum*, 10, 214-219. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AEF.10.214>

Martínez, L. (2007). *Evaluación de factores de riesgos asociados al manejo manual de carga*. Escuela de Terapia Ocupacional, Universidad Mayor, Santiago de Chile.

Mejía Pacheco, R. S., Arévalo Carrasco, F. J., Guerrero Campanur, A., & Chávez Esquivel, G. (2019). Evaluación de puestos de trabajo por medio de los métodos ergonómicos Rodgers, OWAS, NIOSH y RULA. *Revista de Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 1(3), 118-137.

Micheletti Cremasco, M., Giustetto, A., Caffaro, F., Colantoni, A., Cavallo, E., & Grigolato, S. (2019). Risk assessment for musculoskeletal disorders in forestry: A comparison between RULA and REBA in the manual feeding of a wood-chipper. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5), 793. <https://doi.org/10.3390/ijerph16050793>.

Moradi, M., Poursadeghiyan, M., Khammar, A., Hami, M., Darsnj, A., & Yarmohammadi, H. (2017). REBA method for the ergonomic risk assessment of auto mechanics postural stress caused by working conditions in Kermanshah (Iran). *Annals of Tropical Medicine and Public Health*, 10(3), 589-594. https://doi.org/10.4103/ATMPH.ATMPH_107_17

NIOSH. (1994). Applications manual for the revised NIOSH lifting equation (Rev. 9/2021). U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, Institute for Occupational Safety and Health. <https://doi.org/10.26616/NIOSH PUB 94110revised092021>

Núñez Mazza, P. A. (2024). *Propuesta ergonómica para la prevención de trastornos musculoesqueléticos en el izaje de motos en la estación de servicios Numa Rider Motos aplicando el método REBA y Snook y Ciriello*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (1967). Convenio sobre el peso máximo, 1967 (núm. 127).

https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C127

- Pavía Donderis, P. (2017). *Estudio de la manipulación manual de cargas y la carga postural en el puesto de empaquetador: Medidas preventivas* [Trabajo de fin de máster, Universidad Internacional de La Rioja].
- Pires, C. (2012). *Ergonomic assessment methodologies in manual handling of loads – opportunities in organizations*. IOS Press. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0215-592>
- Ren, B., Zhou, Q., & Chen, J. (2023). Research on risk assessment model of subjective and objective integration in manual handling work. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 1–12. <https://doi.org/10.1002/hfm.20999>
- Rodríguez, Y. E. (2021). *Manipulación manual de carga como principal factor de riesgo ergonómico desencadenante de trastornos lumbares en la industria de la construcción*. Caja del Seguro Social de Panamá. <https://revistas.umecit.edu.pa/index.php/saluta/article/download/611/127>.
- Ruiz Ruiz, L. (2009). *Manipulación manual de cargas. Tablas de Snook y Ciriello. Norma ISO 11228*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). https://www.insst.es/documents/94886/509319/SyC_ISO+11228.pdf/a1838f7f-6592-4d68-b91f-fd9495895ea
- Solís-Carcaño, R., Zavala-Barrera, D., & Audeves-Pérez, S. (2023). *Evaluación ergonómica en trabajos de construcción en el sureste de México*. Universidad del Norte. <https://dx.doi.org/10.14482/inde.41.02.001.525>
- Tang, K. H. D. (2020). Abating biomechanical risks: A comparative review of ergonomic assessment tools. *Journal of Engineering Research and Reports*, 17(3), 41-51. <https://doi.org/10.9734/JERR/2020/v17i317191>