



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Análisis de la fuerza compresiva del disco L5-S1 en el personal del área de envasado de  
Industrias Ferromo S.A.S., 2024**

**Trabajo de titulación para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Acurio Cuadrado Ricardo Fabian

**Tutor:**

Ing. Edmundo Bolivar Cabezas Heredia

**Riobamba, Ecuador. 2026**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, ACURIO CUADRADO RICARDO FABIAN, con cédula de ciudadanía 060544512-1, autor del trabajo de investigación titulado: **ANÁLISIS DE LA FUERZA COMPRESIVA DEL DISCO L5-S1 EN EL PERSONAL DEL ÁREA DE ENVASADO DE INDUSTRIAS FERROMO S.A.S., 2024**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 10 de febrero de 2026




---

ACURIO CUADRADO RICARDO FABIAN  
C.I: 060544512-1

## DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Edmundo Bolívar Cabezas Heredia catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **ANÁLISIS DE LA FUERZA COMPRESIVA DEL DISCO L5-S1 EN EL PERSONAL DEL ÁREA DE ENVASADO DE INDUSTRIAS FERROMO S.A.S., 2024**, bajo la autoría de Ricardo Fabian Acurio Cuadrado; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 10 días del mes de febrero de 2026.



---

PhD. Edmundo Bolívar Cabezas Heredia  
C.I: 0602194656

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **ANÁLISIS DE LA FUERZA COMPRESIVA DEL DISCO L5-S1 EN EL PERSONAL DEL ÁREA DE ENVASADO DE INDUSTRIAS FERROMO S.A.S., 2024**, presentado por Acurio Cuadrado Ricardo Fabian, con cédula de identidad número 0605445121, bajo la tutoría del PhD. Edmundo Bolívar Cabezas Heredia; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha 06 de Mayo de 2026

Ing. María Fernanda Romero Villacrés, Mgs.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Ing. Rosa Maricela Ormaza Hugo, Mgs.


**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Ps. Cl. Diana Carolina Villagomez Vacacela, Mgs.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-08.17  
VERSIÓN 01: 06-09-2021

# CERTIFICACIÓN

Que, **ACURIO CUADRADO RICARDO FABIAN** con CC: **060544512-1**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **ANÁLISIS DE LA FUERZA COMPRESIVA DEL DISCO L5-S1 EN EL PERSONAL DEL ÁREA DE ENVASADO DE INDUSTRIAS FERROMO S.A.S., 2024**", cumple con el 8 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO MAGISTER**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 13 de Abril de 2026



EDMUNDO BOLIVAR  
CABEZAS HEREDIA

PhD. Edmundo Cabezas  
**TUTOR(A)**

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, quisiera dedicar el primer proyecto a Dios, debido a que siempre se encuentra presente aportándome con su sabiduría y amor para que pueda seguir adelante en cada aspecto de mi vida.

A toda mi familia, especialmente a mis padres Fabian y Patricia, a mi hermano Xavier y mi hermana Yajaira; y mi sobrino Ricky que siempre han sido un apoyo emocional, un soporte para no estancarme en mi camino y un ejemplo para mantener mi camino a lo largo de toda mi carrera universitaria.

De igual manera, me gustaría dedicar el trabajo a mi abuelita Rebeca y a mi prima Jennifer, las cuales a pesar de ya no encontrarse físicamente en este mundo, sus enseñanzas y recuerdos siguen dentro de mi corazón e iluminan mi camino.

Finalmente, a todas mis compañeros y docentes que he conocido durante mi estancia en la universidad, debido al apoyo emocional y a las enseñanzas que he recibido.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios porque por ser el apoyo espiritual que día a día a servido como inspiración para seguir adelante, brindándome la sabiduría y la motivación para atravesar los momentos difíciles y la inspiración para seguir adelante cada día.

Agradezco profundamente a mis padres Fabian y Patricia, a mi hermano Xavier y mi hermana Yajaira junto a mi sobrino Ricky que como mi familia siempre han estado presentes en los momentos buenos y malos brindándome su apoyo incondicional y mostrándome su más profundo apoyo para cumplir cada una de mis metas y objetivos que me he impuesto a lo largo de mi etapa estudiantil.

Agradezco a todas las personas que conocí dentro de la universidad, en especial a los docentes que han sido una gran guía no solo en el ámbito académico, sino que han impartido sus valores, experiencia y conocimientos generales en cada una de sus clases.

Agradezco de manera especial a mi tutor, el PhD. Edmundo Cabezas el cual gentilmente ha servido como guía aportando su experiencia y conocimiento para el correcto desarrollo del presente trabajo.

De la misma manera, agradezco profundamente a todos los compañeros que conocí a lo largo de mi estancia universitaria, ya que con ellos he compartido diversos momentos llenos de alegría que se plasmaran dentro de mi corazón.

Finalmente, me gustaría agradecer a la Ingeniera Sonia Páez y al personal de Industrias Ferromo S.A.S. por abrirme las puertas y la amabilidad presentada durante la elaboración del presente proyecto de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN</b> .....	14
<b>1.1 Antecedentes</b> .....	14
<b>1.2 Planteamiento del problema</b> .....	15
<b>1.3 Justificación</b> .....	16
<b>1.4 Objetivos</b> .....	17
<b>1.4.1 Objetivo General</b> .....	17
<b>1.4.2 Objetivos Específicos</b> .....	17
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b> .....	18
<b>2.1 Estado del Arte</b> .....	18
<b>2.2 Marco Legal</b> .....	19
<b>2.3 Marco Teórico</b> .....	21
<b>2.3.1 Ergonomía</b> .....	21
<b>2.3.3 Trastornos Musculoesqueléticos</b> .....	23
<b>2.3.4 Factores de Riesgo Asociados a las TME</b> .....	23
<b>2.3.5 Consecuencias de los Factores de Riesgo</b> .....	24
<b>2.3.6 Biomecánica de la Columna Vertebral</b> .....	25
<b>2.3.7 Métodos de Evaluación ergonómica aplicados</b> .....	27
<b>2.4 Glosario de Términos</b> .....	28
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA</b> .....	29
<b>3.1 Metodología de la investigación</b> .....	29
<b>3.1.1 Tipo de Investigación</b> .....	29
<b>3.1.2 Enfoque de la investigación</b> .....	29
<b>3.1.3 Diseño de la Investigación</b> .....	29
<b>3.2 Técnicas de recolección de datos</b> .....	29
<b>3.3 Población</b> .....	37

3.4 Muestra .....	37
3.5 Métodos de Análisis .....	37
3.6 Procesamiento de Datos.....	37
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>38</b>
4.1 Resultados.....	38
4.1.1 <i>Análisis del nivel de TME mediante la aplicación del Test CMDQ</i> .....	38
4.1.2 <i>Análisis del Riesgo en la Manipulación de Cargas Mediante la Ecuación de NIOSH</i> .....	46
4.1.3 <i>Análisis de la Fuerza Compresiva del Disco L5/S1 con el Método FCD</i> .....	47
4.2 <b>Discusión de resultados</b> .....	48
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>50</b>
5.1 <b>Propuesta</b> .....	50
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>52</b>
6.1 <b>Conclusiones</b> .....	52
6.2 <b>Recomendaciones</b> .....	52
<b>ANEXOS.....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2</b>	Evaluación de la frecuencia según el CMDQ .....	30
<b>Tabla 3</b>	Evaluación de la severidad del dolor según el CMDQ .....	31
<b>Tabla 4</b>	Evaluación de la interferencia según el CMDQ .....	31
<b>Tabla 5</b>	Interpretación del nivel de malestar musculoesquelético según el CMDQ .....	31
<b>Tabla 6</b>	Tabla para la obtención del valor de frecuencia según la NIOSH .....	33
<b>Tabla 7</b>	Calificación de la duración del trabajo según la NIOSH .....	34
<b>Tabla 8</b>	Tabla de calificación del agarre según la NIOSH.....	34
<b>Tabla 9</b>	Tabla para la obtención del valor del CM según la NIOSH .....	35
<b>Tabla 10</b>	Interpretación del índice de levantamiento según la NIOSH.....	35
<b>Tabla 11</b>	Interpretación de los niveles de compresión en el disco según la NIOSH .....	36
<b>Tabla 13</b>	Datos del Levantamiento Realizado por el Trabajador 1.....	46
<b>Tabla 14</b>	Resultados del LPR y el IL en el origen .....	46
<b>Tabla 15</b>	Resultados del PLR y el IL en el destino .....	47
<b>Tabla 16</b>	Resultados de la Fuerza Compresiva del Disco l5/s1 .....	47
<b>Tabla 17</b>	Propuesta de control postural para reducir la fuerza compresiva del disco .....	50
<b>Tabla 18</b>	Propuesta de Mejora para Reducir la Compresión del Disco l5-s1 .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Diagrama de Ishikawa sobre los Problemas Ergonómicos Causados por el Levantamiento de Cargas dentro de Industrias Ferromo S.A.S.....	16
<b>Figura 2</b> Formato del Test de Cornell CMQD.....	30
<b>Figura 3</b> Ficha de Recolección de Datos para la Ecuación de NIOSH.....	32
<b>Figura 4</b> Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 1 .....	38
<b>Figura 5</b> Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 2 .....	39
<b>Figura 6</b> Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 3 .....	40
<b>Figura 7</b> Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 4 .....	41
<b>Figura 8</b> Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 5 .....	42
<b>Figura 9</b> Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 6 .....	43
<b>Figura 10</b> Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 7 .....	44
<b>Figura 11</b> Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 8 .....	45

## RESUMEN

La investigación evaluó los riesgos ergonómicos presentes en las tareas de levantamiento en la empresa Industrias Ferromo S.A.S. Para ello, se aplicó la metodología NIOSH para evaluar la tarea de levantamiento obteniendo datos del índice de levantamiento (IL) y el peso límite recomendado (PLR). Además, se utilizó la metodología FCD para analizar la compresión del disco L5/S1 a la que se exponen los trabajadores. Además se aplicó el test de Cornell para la identificación de molestias musculoesqueléticas. La metodología aplicada fue de tipo descriptiva, a la par de no experimental debido a que no se manipularon las variables para la realización del estudio. Los resultados demuestran que todos los trabajadores presentan al menos un malestar, y estos se presentan con una mayor frecuencia en las extremidades superiores, así como en las extremidades inferiores y la espalda baja de los trabajadores; esto se relaciona con el levantamiento de cargas y con la postura que estos adquieren al momento de realizar sus labores. En cuanto al levantamiento de cargas se evidencio que en la mayoría de los casos se excede con el peso limite recomendado y en un 75% de los casos se evidencia una compresión del disco L5/S1 que excede con los límites recomendados de operación, esto supone un alto riesgo ergonómico para los trabajadores del área de envasado de la empresa. Con la finalidad de mejorar estas condiciones, se propuso la implementación de medidas preventivas en la ejecución de las tareas de levantamiento, la implementación de pausas activas y mejoras que se pueden aplicar en el área de trabajo para reducir la carga física, sentando así bases para la reducción de riesgos ergonómicos dentro de la empresa.

**Palabras claves:** Ergonomía, salud ocupacional, Índice de Levantamiento, test de Cornell, trastornos musculoesqueléticos, compresión discal, L5/S1

## ABSTRACT

This research evaluated the ergonomic risks present in lifting tasks at Industrias Ferromo S.A.S. For this purpose, the NIOSH methodology was applied to assess lifting tasks, obtaining data on the Lifting Index (LI) and the Recommended Weight Limit (RWL). Additionally, the FCD methodology was used to analyze the compression of the L5-S1 disc to which workers are exposed, and the Cornell test was applied to identify musculoskeletal discomfort. The methodology used was descriptive and non-experimental, since the variables were not manipulated during the study. The results show that all workers present at least one type of discomfort, occurring more frequently in the upper extremities, as well as in the lower extremities and the lower back; this is related to load handling and the postures adopted during task performance. Regarding lifting tasks, it was found that in most cases the recommended weight limit is exceeded, and in 75% of the cases, L5-S1 disc compression exceeds the recommended operational limits, representing a high ergonomic risk for workers in the packaging area of the company. In order to improve these conditions, the implementation of preventive measures in lifting tasks was proposed, along with the introduction of active breaks and workplace improvements aimed at reducing physical load, thereby establishing a basis for reducing ergonomic risks within the company.

**Keywords:** Ergonomics, occupational health, Lifting Index, Cornell test, musculoskeletal disorders, disc compression, L5-S1



Reviewed by:  
MsC. Edison Damian Escudero  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C.0601890593

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El manejo manual de cargas MMC es una actividad rutinaria dentro de las industrias. Una parte del manejo manual de cargas abarca a las actividades relacionadas con el levantamiento de cargas, dichas actividades conllevan un riesgo ergonómico significativo debido a que presentan adversidades a la salud, las cuales se producen por diversos factores como sobrecargas, tensiones y esfuerzos físicos, posturas inadecuadas y movimientos repetitivos.

Estos factores presentan una gran problemática debido a que pueden presentar a nivel industrial, tales como la baja en la productividad, repercusiones económicas por tratamientos y seguimientos médicos, ausentismo laboral o el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos en los que se evidencia una mayor afectación en la zona lumbar debido a que es la zona más propensa a proliferar cualquier tipo de trastorno musculoesquelético.

A pesar las afectaciones derivadas del levantamiento de cargas son comunes, muchas empresas no efectúan las evaluaciones necesarias para conocer si las tareas se realizan sin que se presente algún riesgo significativo, o en caso contrario, se deberían aplicar medidas adecuadas para que los trabajadores realicen sus labores sin que estas tengan repercusiones negativas.

Por tales motivos, organizaciones como la NIOSH han sido pilares esenciales en el estudio y desarrollo de herramientas científicas para ser aplicadas con el objetivo de resguardar la salud ocupacional. En el caso del levantamiento de cargas, la NIOSH ha realizado estudios para determinar límites en el peso de la carga que se manipula o para determinar la fuerza compresiva a la que puede someterse los trabajadores durante sus labores.

A partir de estas investigaciones otros autores como Cevallos et-al (2021) y Morales (2015) en pymes dentro del país se evidencia que el levantamiento de cargas es una problemática recurrente a nivel nacional en la que generalmente se presentan molestias de tipo lumbar que se derivan de una mala ejecución o de un sobreesfuerzo.

Con la ejecución de los estudios en los que se apliquen estas metodologías se obtienen valores que indiquen un espacio de mejora dentro de las empresas buscando mejorar las operaciones que se realizan con un enfoque correcto y en un espacio en los que no se generen inconvenientes en la salud del personal (Fernández Alberto et-al., 2020).

Una de las principales zonas que se encuentra propensa a desarrollar una TME es la columna vertebral, la cual debido a cualquier movimiento básico tales como: flexión, extensión, inclinación o rotación; puede someterse a fuerzas de compresión. El área que recibe una mayor presión es la llamada articulación lumbosacra, conformada por el segmento vertebral L5-S1, el cual es la base de la columna y al deteriorarse o herniarse puede generar problemas tales como lumbalgia o dolor de rodillas. Un estudio realizado por Sauter et-al., (2018) evidencia la relación entre el levantamiento de cargas y los dolores lumbares, al

evidenciarse un 66.5% de personas que presentan dolor lumbar al realizar tareas de levantamiento de forma cotidiana.

Industrias Ferromo es una empresa que cuenta con más de 40 años de experiencia, cuyo objetivo es ofrecer a la ciudadanía confites de la más alta calidad a la par que se va innovando con los productos que son distribuidos a los clientes de la empresa. Para cumplir con este fin, la empresa cuenta con altos estándares en cuanto a procedimientos e inocuidad consiste, todo en base a la satisfacción de los trabajadores.

La empresa cuenta con un área de envasado, donde existen varios trabajadores los cuáles se encuentran expuestos a jornadas de trabajo en donde manejan cargas de peso considerable, ejecutando movimientos repetitivos y sin tener pausas a lo largo de la jornada de trabajo. A pesar de que el personal que labora dentro de la empresa es muy joven, ya empiezan a presentar molestias y dolores los cuales no son analizados de la manera correcta.

Por esta razón, se plantea analizar la fuerza compresiva presente del disco L5-S1 de los trabajadores del área de envasado, para poder determinar si las condiciones de trabajo presentes en la empresa no presentan alguna clase de riesgo para el trabajador. Para ello, se aplicará el test de Cornell para identificar si ya existe TME dentro del personal del área de envasado. Además, se realizará el análisis de la compresión a la que se encuentra expuesto el disco L5-S1. Finalmente, se elaborará un aplicativo informático en Excel para el análisis de la compresión discal, con la finalidad que sea aplicada por la empresa en futuros análisis.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Los trastornos musculoesqueléticos TME son una temática importante a tratar para precautelar la salud de los trabajadores dentro de las empresas. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) 1710 millones de personas sufren de esta problemática. De este total, el dolor lumbar es el que más prevalece, siendo presente en un total de 568 millones de personas. De la misma manera, los problemas de esta área son los que más incapacidad producen en 160 países.

Según las proyecciones realizadas por la Global Burden of Disease GBD en el año 2021 indican que en América Latina se presentan diversos casos de lumbalgia, siendo aproximadamente de 5700 a 9700 casos por cada 100000 habitantes. Además se menciona que la lumbalgia es la principal causa de discapacidad con la que la gente vive por más años dentro de la región.

A nivel nacional, según datos del Ministerio de Salud Pública (MSP, 2021), se menciona que “Los riesgos que más generan enfermedades profesionales son los ergonómicos con un 85.63%”. De la misma manera, el MSP (2021), indica que “Del 2015 al 2017 el 87% de enfermedades profesionales que se registraron fueron por problemas musculoesqueléticos”, esto basado en datos de la Secretaría General de Riesgos del Trabajador.

De igual manera, el Instituto Ecuatoriano de Salud y Seguridad Ocupacional (IESS, 2023) reportó que en el periodo del 2018 a junio de 2023 se registraron 113976 casos de

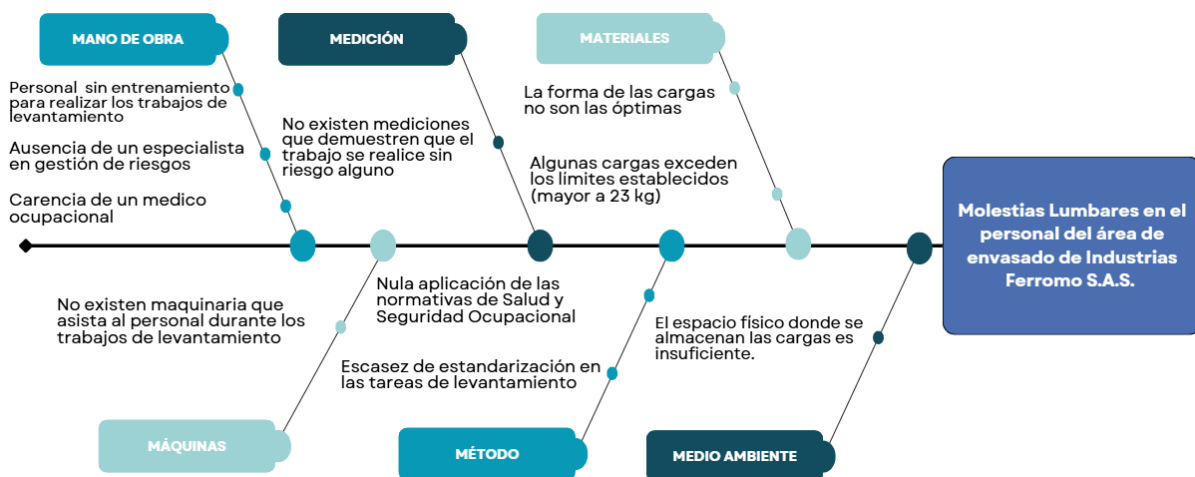
accidentes y enfermedades profesionales. De ese total 31193 (aproximadamente el 28%) se registraron en la provincia de Pichincha, siendo así un dato alarmante dado que una cuarta parte de estos problemas se presentaron dentro de esta provincia.

Dentro de Industrias Ferromo S.A.S. se realizan tareas de levantamiento de manera rutinaria, razón por la cual los trabajadores de la empresa se encuentran expuestos a riesgos de carácter ergonómico. A pesar de que las labores de levantamiento de cargas son realizadas de manera manual en su totalidad, dentro de la empresa no se han realizado estudios para verificar si las labores realizadas no afectan negativamente en el personal, o si caso contrario deben adoptarse medidas correctivas con la finalidad de mejorar las condiciones de trabajo y evitar la proliferación de TME dentro del personal.

De la misma manera, al ser el espacio de trabajo tan limitado genera que los trabajadores deban hacer un esfuerzo extra al momento de realizar el descenso o ascenso de las cargas ya que estas se almacenan lo más junto como sea posible. De igual forma, no se considera la posición ni distancias verticales en las que se almacenan siendo estas muy bajas a la altura de un pallet o demasiado altas (superior a 175 cm) haciendo que el trabajador se esfuerce más al levantar cargas que superen la altura de los hombros.

Otro aspecto adverso que se presenta es la falta de cumplimiento en cuanto al aspecto legal concierne, por lo que se incumplen aspectos esenciales como el comité paritario al ser una empresa con más de 15 trabajadores o que no acatan lo que dice la normativa NIOSH para el levantamiento de cargas en las que se recomienda un peso de 23 kg o a la nacional en las que se recomienda un peso de 25 kg.

**Figura 1**  
Diagrama de Ishikawa sobre los Problemas Ergonómicos Causados por el Levantamiento de Cargas dentro de Industrias Ferromo S.A.S.



¿Cuál es el nivel de riesgo biomecánico asociado a la fuerza compresiva del disco L5-S1 en los trabajadores del área de envasado de Industrias Ferromo SAS?

### **1.3 Justificación**

La nula acción de control del manejo manual de cargas MMC puede conllevar a la proliferación de TME. En el caso de la compresión discal esta puede conllevar al desarrollo de lumbalgia y problemas en las rodillas. Para evitar que la compresión sea elevada, se toma en consideración la masa que está siendo levantada, junto con los ángulos posturales que son empleados para el manejo de la misma. Por dicha razón, siempre debe realizarse capacitaciones recurrentes, a la par de chequeos rutinarios con la finalidad de evitar que el trabajador efectúe este trabajo bajo posturas incorrectas.

Bajo esta premisa, el presente estudio se realizó con la finalidad de evitar la incapacidad laboral que pueden presentar en un futuro los trabajadores de Industrias Ferromo. Para ello primero a partir del Test de Cornell se buscará identificar posibles zonas de dolor que conlleven a TME dentro del personal. A continuación, se realizó un análisis del riesgo presente en las tareas de levantamiento con la ecuación de NIOSH y la compresión del disco L5-S1, además mediante un análisis ergonómico con el método FCD se puede identificar si el personal está expuesto a una compresión del disco bajo los parámetros aceptables, o en un escenario opuesto en el que exista un nivel compresivo que sea contra productivo en el trabajador, y así pueda optar por una mejora en la forma en la que se realiza el trabajo, razón por la cual debe buscar una manera eficaz para solventar a la problemática.

Por último, se elaborará un manual de levantamiento de cargas con la finalidad de estandarizar la manera en la que se realizan los trabajos del levantamiento por parte del personal, con instrucciones claras y fáciles de entender para que sea aplicada de manera eficaz buscando así mitigar la probabilidad del desarrollo de TME.

### **1.4 Objetivos**

#### ***1.4.1 Objetivo General***

Analizar las fuerzas de compresión en el disco L5-S1 en el personal del área de envasado de Industrias Ferromo para evitar la incapacidad laboral mediante un estudio ergonómico.

#### ***1.4.2 Objetivos Específicos***

- Identificar zonas de dolor para determinar molestias musculoesqueléticas mediante el test de Cornell.
- Evaluar la fuerza compresiva que se presenta en el disco de la vertebra L5-S1 y el índice de levantamiento para la determinación del nivel de riesgo presente en los trabajadores del área de envasado, mediante el cálculo de la fuerza de compresión de discos y la ecuación de NIOSH.
- Proponer un manual de levantamiento de cargas para instruir sobre la manera correcta de realizar dicho trabajo mediante el análisis de las normativas nacionales e internacionales.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del Arte

Para Ruiz y Regalado (2021) en su investigación “Priorización de medidas de control conforme al análisis ergonómico por levantamiento manual de cargas en el puesto de bodeguero en una empresa de plástico de la ciudad de Guayaquil” cuyo objetivo fue priorizar medidas de control del peligro ergonómico por levantamiento manual de cargas, para disminuir la prevalencia de lumbalgia y otras TME en el puesto bodeguero de la empresa, la metodología utilizada fue el análisis ergonómico mediante la ISO 12228-1 basada en la NIOSH, los resultados fueron niveles de riesgo alto en 6 casos y moderado en 2 casos y cuyas conclusiones obtenidas reflejan que los trabajadores se encuentran expuestos a problemas por levantamiento manual de cargas, empuje y tracción y postura forzada, además de reflejar de 6 de los 8 trabajadores están propensos a desarrollar patologías dorso-lumbares y refleja que las altas puntuaciones se reflejan por el levantamiento de cargas que fluctúan de 5 a 25 kg y que generalmente los de 20 kg son los causantes de mayores molestias a la salud.

Para Cevallos et-al (2021) en su investigación “Análisis del riesgo ergonómico por manipulación manual de cargas en una empresa agrícola” cuyo objetivo fue un análisis de las tareas de levantamientos con la finalidad de prevenir daños músculos esqueléticos en el área de cosecha de brócoli de la empresa agrícola NINTANGA S.A, la metodología utilizada fue la aplicación de la ecuación de NIOSH, el resultado del estudio fue que se obtuvo un índice de levantamiento de 2.75 (Riesgo en aumento) y cuyas conclusiones obtenidas fueron que el trabajo de levantamiento manual de cargas en el área de cosecha de brócoli de la empresa NINTANGA S. A, podría ocasionar daños músculo esquelético en los trabajadores.

Para Meza (2017) en su investigación “Análisis de riesgo ergonómico por levantamiento manual de cargas en el proceso de soldadura de carrocerías y su incidencia en la producción de la empresa CGM ubicada en el D.M. Quito, provincia de Pichincha” cuyo objetivo fue realizar un análisis de riesgo ergonómico por levantamiento manual de cargas en el proceso de soldadura de carrocerías y su incidencia en la producción, la metodología utilizada fue la aplicación de la ecuación de NIOSH 1991, los resultados reflejaron que ocho puestos de trabajo presentan un índice de levantamiento mayor a 2 (elevado), otros 15 puestos presentan un riesgo creciente de 1 a 2 y finalmente existen 7 puestos de trabajo que no presentan riesgo, las conclusiones sobre esta investigación fueron, que se determinaron actividades como la suelda del molde principal, el lateral del primer paso LH Y RH y la del Comp motor segundo paso son los que generan un nivel de riesgo más elevado, por último propone ejecutar un diseño de un dispositivo diseñado ergonómicamente para minimizar el impacto del riesgo.

Para Morales (2015) en su investigación “Identificación, evaluación y propuesta de medidas de control del riesgo ergonómico biomecánico por levantamiento de cargas en el proceso de preparación en el área de bodega de Loginet Cia. Ltda.” cuyo objetivo fue La Identificación, evaluación y propuesta de medidas de control de los riesgos ergonómicos biomecánico por levantamiento de carga en el proceso de preparación en el área de bodegas de la empresa, para reducir riesgos por trastornos musculo esqueléticos dolencias osteomusculares actuales y a futuro, la metodología utilizada fue la aplicación de la ecuación de NIOSH, el

resultado obtenido muestra un riesgo crítico obteniendo un valor superior a 1. Las conclusiones para este trabajo reflejan que se determinó que existe un riesgo ergonómico y los trabajadores ya presentan molestias en la espalda y el hombro presentando una Sintomatología Osteomuscular.

Para Izquierdo (2021) en su investigación “Identificación del nivel de riesgo ergonómico por manejo de cargas y movimientos repetitivos en industria alimentaria” cuyo objetivo fue identificar el nivel de riesgo ergonómico por manejo de cargas y movimientos repetitivos en la industria alimentaria, la metodología utilizada fue la aplicación de la metodología MAC y ART para determinar el nivel de riesgo por manejo de cargas y movimientos repetitivos, los resultados reflejaron que del análisis de 119 puestos de trabajo distribuidos en cinco departamentos y 11 áreas, donde se realizan las siguientes actividades: movimientos repetitivos, levantamiento y descenso de cargas, transporte de cargas, empuje o arrastre de cargas sin equipo auxiliar y con equipo auxiliar. Se encontró que cinco de los puestos de trabajo presentan riesgo muy alto; 34, riesgo alto; 65, riesgo medio, y 15, riesgo bajo. El riesgo por manejo de cargas y movimientos repetitivos (según corresponda) está presente en el 87.3% de los puestos de trabajo, lo que representa 104 puestos de trabajo en toda la empresa. En este caso se concluye que el nivel de riesgo ergonómico predominante por manejo de cargas y movimientos repetitivos en la industria alimentaria es de medio a alto para los trabajadores de la empresa alimentaria analizada.

## **2.2 Marco Legal**

La constitución menciona en el artículo 33 reconoce al trabajo como un derecho y un deber que debe desarrollarse en condiciones que garanticen la salud, integridad y seguridad de los trabajadores. Por tal motivo, deben de realizarse estudios constantemente en los que se analicen estas condiciones y en las que se evidencie que los espacios de trabajo son seguros para todos los trabajadores. De igual manera, en el artículo 66 numeral 27 y 326 numeral 5 se reconoce al trabajo como un derecho y un deber social, que debe desarrollarse en condiciones que garanticen la salud, integridad y seguridad de los trabajadores.

El reglamento andino promueve que los países miembros realicen una gestión orientada a prevenir, reducir y controlar los riesgos que afectan a la población. Para ello promueve que se identifiquen, evalúen y monitoreen las amenazas, para poder implementar medidas que mitiguen los riesgos en busca de un desarrollo sostenible.

A nivel legal, dentro del Código del Trabajo se mencionan las responsabilidades de los empleadores en los artículos 410, 412 y 415 en las que se menciona que las condiciones laborales no deben presentar peligro a la salud del trabajador, a la par que se deben aplicar medidas preventivas. Finalmente se menciona que se deben cumplir con las normas técnicas de seguridad e higiene.

A nivel nacional, el presidente Daniel Noboa Azín mediante el decreto 255 clasifico a los factores de riesgos ergonómicos como uno de los riesgos laborales a ser tomados en cuenta.

Estos son nombrados en el artículo 40 dentro de una de las clasificaciones de los riesgos laborales y en el artículo 45 en donde se encuentra su definición:

**Artículo 40.- De la clasificación de los riesgos laborales.-** En concordancia con los estándares técnicos definidos en la materia, se reconoce la siguiente clasificación de los riesgos laborales:

1. Riesgos físicos;
2. Riesgos químicos;
3. Riesgos biológicos;
4. Riesgos de seguridad;
5. Riesgos ergonómicos; y,
6. Riesgos psicosociales.

**Artículo 45.- De los riesgos ergonómicos.** – Los riesgos ergonómicos son los causados por un esfuerzo físico excesivo, movimientos repetitivos o posturas poco naturales durante el desempeño de un trabajo que pueden provocar cansancio, errores, accidentes, enfermedades profesionales o trastornos musculoesqueléticos como consecuencia de un diseño inadecuado de las instalaciones, las máquinas, los equipos, las herramientas o los puestos de trabajo.

La NTE INEN-ISO 11228-1 establece que, bajo condiciones ergonómicas aceptables, los pesos máximos recomendados para levantamientos manuales suelen ubicarse alrededor de 25 kg para hombres y 15 kg para mujeres, aunque estos valores pueden variar dependiendo de la postura, la frecuencia y la distancia del levantamiento.

En estudios internacionales y criterios de diseño ergonómico, también se considera el valor de 23 kg como un peso base seguro para un levantamiento ideal, referencia utilizada en varias guías y en el propio fundamento conceptual que dio origen a la ecuación NIOSH.

Por su parte, la Ecuación NIOSH parte de un Límite de Peso Recomendado (RWL) de 23 kg, establecido como el peso máximo considerado seguro en condiciones ideales (levantamiento simétrico, carga próxima al cuerpo, buena sujeción, baja frecuencia y altura óptima). A partir de este valor inicial, la ecuación aplica diferentes factores de corrección que disminuyen el límite permitido según las condiciones reales de la tarea. Esto refuerza la idea de que cuando se superan los 23 kg en condiciones no ideales, o los 25 kg establecidos como referencia general en ergonomía aplicada, las tareas requieren controles adicionales o rediseño para garantizar la seguridad del trabajador.

La evaluación del levantamiento manual de cargas también considera el criterio biomecánico relacionado con la fuerza de compresión ejercida sobre el disco intervertebral L5/S1, reconocido como uno de los indicadores más importantes para prevenir lesiones

lumbares. Diversos estudios biomecánicos han establecido que la compresión no debe superar los 3400 N, límite asociado a un incremento significativo del riesgo de daño estructural en la columna lumbar.

Tanto la NTE INEN-ISO 11228-1 como los fundamentos utilizados en métodos como la ecuación NIOSH reconocen la importancia de mantener la carga de compresión dentro de rangos seguros, especialmente cuando el levantamiento involucra cargas pesadas, distancias horizontales amplias o posturas inclinadas que aumentan el esfuerzo sobre la región lumbosacra.

## **2.3 Marco Teórico**

### **2.3.1 Ergonomía**

#### **Definición**

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INNST, 2024) define a la ergonomía como el estudio de la adaptación de elementos tales como máquinas, muebles y utensilios que son utilizados cotidianamente por una persona, esto se realiza con la finalidad de obtener una mayor eficiencia y comodidad en su utilización.

Según Torres y Rodríguez (2021), la ergonomía ha sido documentada desde hace al menos 3 siglos atrás. En esta época, surgieron personas como el médico Bernardino Ramazzini comenzó con la documentación de diversas dolencias que se encontraban relacionadas con la ejecución de trabajos específicos dependiendo de la postura o de movimientos antinaturales, tal y como él los denominada en su obra "*De morbis artificum diatriba*".

Sánchez (2017) define a la ergonomía como:

La disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, así como la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño con el fin de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema.

### **2.3.2 Tipos de Ergonomía**

Torró (2015) mediante un estudio realizado por la Universitat Politècnica de Valencia divide a la ergonomía en 9 tipos dependiendo del estudio ergonómico que se realice, de esta manera se identifican los siguientes tipos de ergonomía:

#### **a) Ergonomía ambiental**

Es la ergonomía que se encarga de la evaluación de factores físicos del entorno en el que se labora, aquí se incluyen la iluminación, el ruido, la temperatura y las vibraciones. Mediante esta clase de ergonomía se busca garantizar que el ambiente laboral se adapte a las capacidades y limitaciones humanas (Estrada, 2016).

**b) Ergonomía geométrica**

Se encarga del análisis y diseño de los puestos de trabajo, junto con los equipos y herramientas en base a las características antropométricas de cada individuo. Con ello se busca maximizar la compatibilidad con el entorno físico y prevenir las posturas inadecuadas (Llorca et al., 2015)

**c) Ergonomía temporal**

Examina la organización del tiempo laboral, incluyendo horarios, turnos y pausas. Su objetivo es reducir la fatiga física y mental, adaptando los ritmos de trabajo a las capacidades humanas (CSO, 2023).

**d) Ergonomía de la comunicación**

Optimiza la interacción entre personas y máquinas mediante el diseño de sistemas de información, señales y controles, buscando así la reducción de errores y la mejora de la percepción y comprensión de la información. (ISO,2019).

**e) Ergonomía organizacional**

Busca mejorar los sistemas sociotécnicos dentro de las organizaciones, abarcando estructuras, políticas, trabajo en equipo, diseño de tareas y teletrabajo. Su propósito es crear entornos que favorezcan tanto la salud mental impulsando así a la eficacia de toda la organización (Torró, 2015).

**f) Ergonomía física**

Según (Chung et al., 2023) se encarga de analizar la manera adecuada para adaptar los elementos físicos como productos, materiales y herramientas al trabajador. De esta forma se busca una optimización en el cumplimiento del trabajo y evitar las lesiones que se pueden producir por un mal diseño de los elementos físicos.

**g) Ergonomía de corrección**

Busca evaluar y corregir los puestos y sistemas de trabajo existentes, solventando deficiencias ergonómicas. Para ello principalmente busca efectuar ajustes del diseño, o en la organización para buscar adecuar las condiciones laborales (Estrada, 2016).

**h) Ergonomía informática**

Estudia la interacción entre las personas con los sistemas informáticos, para ello se enfoca principalmente en la usabilidad, el diseño de las interfaces y la presentación de la información. Con todo esto busca garantizar que los canales digitales sean intuitivos, eficientes y seguros. (Chung et al., 2023).

**i) Ergonomía de necesidades específicas**

Adapta condiciones laborales para grupos con requerimientos particulares, como personas zurdas o con discapacidades, asegurando su inclusión y bienestar (Llorca et al., 2015).

### **2.3.3 Trastornos Musculoesqueléticos**

Arias y García, 2017 definen a los trastornos musculoesqueléticos como “alteraciones que se presentan en estructuras del cuerpo que pueden ser en huesos, nervios, ligamentos, tendones, articulaciones, músculos o en el sistema circulatorio”, las que se originan debido a las tareas o las condiciones bajo las que se realiza el trabajo se las denominan como TME de origen laboral

Los trastornos musculoesqueléticos pueden presentarse de dos formas. Si se realizan trabajos en los que se realicen movimientos bruscos o levantamientos mal realizado, la TME puede presentarse de forma súbita e impredecible a la par de un dolor intenso e inmovilizador durante periodos de tiempo extensos.

“Las TME se encuentran entre las enfermedades profesionales más importantes en el ámbito de la salud ocupacional, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo” (Pincay et al., 2021).

Por otra parte, al realizarse esfuerzos físicos de manera constante en plazos de tiempo similares, se van acumulando los daños dentro del sistema muscular y esquelético. Produciéndose el TME de forma lenta y pausada.

### **2.3.4 Factores de Riesgo Asociados a las TME**

Muñoz (2016) define a las cargas físicas como “el conjunto de requerimientos físicos a los que está sometida una persona durante una jornada laboral. La carga física se basa en los tipos de trabajo muscular, estático y dinámico.”

Según el Gobierno de España (2019) divide en tres categorías a los factores que generan TME, entre los que se encuentran:

- **Factores ergonómicos**

Los factores de riesgo ergonómico se refieren a las condiciones del entorno físico del trabajo que pueden provocar lesiones musculoesqueléticas o afectar el desempeño del trabajador. Según Pazmiño Andrade (2015), estos factores comprenden elementos como las posturas forzadas, los movimientos repetitivos, la manipulación manual de cargas, el diseño inadecuado de los espacios laborales y las condiciones ambientales (temperatura, iluminación y ruido).

Las posturas forzadas son aquellas que implican mantener partes del cuerpo en posiciones no naturales por tiempo prolongado, generando tensión en músculos y articulaciones. Por su parte, los movimientos repetitivos se refieren a la ejecución continua de las mismas acciones con una misma parte del cuerpo, lo que puede producir fatiga muscular y

tendinitis (Villalta, 2016). El levantamiento y manipulación de cargas, cuando se realiza sin técnica o de forma frecuente, puede provocar lesiones como hernias discales o lumbalgias (Ayala & Jácome, 2018).

Las condiciones ambientales también forman parte de los factores ergonómicos. Un entorno con iluminación deficiente, ruido elevado o temperaturas extremas puede aumentar el estrés físico y reducir la concentración del trabajador (Moreno Sánchez, 2018).

- **Factores psicosociales**

Los factores psicosociales son elementos relacionados con la organización del trabajo, el contenido de las tareas y el contexto social donde se desarrolla la actividad laboral. Estos factores pueden convertirse en riesgos cuando provocan un desequilibrio entre las demandas laborales y los recursos del trabajador, afectando su salud mental y emocional (Pozo Eugenio, 2018).

Entre los más relevantes se encuentran la sobrecarga de trabajo, la falta de control sobre las tareas, los conflictos de rol, el trabajo en turnos rotativos o nocturnos y el clima organizacional negativo. La exposición sostenida a estos factores puede derivar en trastornos como estrés laboral, ansiedad, depresión y en casos más severos, el síndrome de burnout (Calahorrano Arias, 2017).

Además, se ha reconocido la existencia de la llamada doble presencia, es decir, la presión simultánea de las demandas laborales y familiares, la cual genera una carga adicional principalmente en trabajadoras del sector operativo (Moreno Sánchez, 2018).

- **Factores individuales.**

Los factores individuales son aquellas características propias del trabajador que influyen en su susceptibilidad a los riesgos laborales. Incluyen variables como la edad, el sexo, la capacidad física, el estado de salud, así como el nivel de experiencia y formación profesional (Guachichulca & Titiana, 2018).

La falta de formación sobre buenas prácticas laborales, técnicas de levantamiento de carga o uso adecuado de equipos de protección personal (EPP) puede incrementar considerablemente la exposición al riesgo y la probabilidad de accidentes o enfermedades laborales.

### ***2.3.5 Consecuencias de los Factores de Riesgo***

- **Daños físicos.**

Los riesgos ergonómicos y psicosociales no mitigados suelen derivar en consecuencias físicas como dolor en cuello, espalda y extremidades, además de lesiones específicas como tendinitis, síndrome del túnel carpiano o hernias. Según Villalta (2016), estos daños son comunes en trabajos repetitivos y posturas estáticas prolongadas.

- **Impacto en la productividad**

El deterioro físico y emocional reduce el rendimiento del trabajador, incrementa el ausentismo y disminuye la eficiencia organizacional. Como lo señala Ayala & Jácome (2018), una alta carga física y psicosocial reduce significativamente la capacidad productiva del personal operativo.

- **Afectaciones psicológicas**

El estrés laboral crónico puede evolucionar en problemas emocionales más complejos como ansiedad, depresión o burnout. Según Calahorrano Arias (2017), estos efectos se manifiestan en la disminución del compromiso laboral, irritabilidad, falta de concentración y trastornos del sueño.

- **Costos organizacionales**

Todos estos factores impactan directamente en los costos de la empresa, no solo por las incapacidades médicas o compensaciones, sino también por la rotación de personal, el reemplazo de trabajadores y la pérdida de calidad en los procesos (Pozo Eugenio, 2018).

### ***2.3.6 Biomecánica de la Columna Vertebral***

La columna vertebral presenta una estructura compleja debido a la función que ejerce dentro del cuerpo. Debido a esto, abarca el espacio comprendido desde el punto base del cráneo hasta el inicio del cóccix. Según encuentran (Sierra, et-al, 2018) se menciona a la columna vertebral como la estructura osteofibrocartilaginosa que se encarga de sostener y estabilizar al cuerpo.

- **Vertebras**

El diseño de la columna vertebral se ve dispuesto por 33-34 vertebras superpuestas (León, et-al, 2018). Las vértebras son aquellas estructuras que conforman el raquis. Cada una posee características que las diferencian entre cada una, al igual de poseer una función diferente. En total la columna se compone de 33 vertebras entre las que se encuentran (Sierra, et-al, 2018).

- 7 Cervicales
- 12 Torácicas
- 5 Lumbares
- 5 Sacras
- 3-4 Coccígeas

En la región lumbar se encuentran las vértebras de tamaño más grande debido a que en esta zona se acumula el mayor porcentaje de peso del ser humano. De la misma manera, es la que más se encuentra sometida a funciones relacionados a la columna tales como la flexión, extensión y los movimientos laterales.

En la región sacro se encuentran 5 vértebras las cuales se caracterizan por poseer el sacro, el cual es un hueso triangular que se sitúa debajo de la región lumbar. Este disco se encarga de la distribución del peso del cuerpo mediante la conexión de la columna a las extremidades inferiores iniciando por la pelvis.

- **Discos**

Los discos intervertebrales (DIV) son unidades que se encuentran conformadas por colágeno y proteoglicanos, “Los DIV son las estructuras avasculares más grandes del cuerpo. Éstos están constituidos por un anillo fibroso, un núcleo pulposo y dos placas adyacentes a las vértebras que componen la unidad funcional” (Lomelí y Larrinúa, 2019)

Los discos son una parte esencial del cuerpo debido a que son los encargados de transmitir las cargas al mismo tiempo que cumple las funciones de amortiguador, otorgándole a la columna un mayor grado de flexibilidad.

Debido a esto, es importante estudiar la acción de las cargas para conservar los DIV en un estado óptimo. Esto se debe a que en cada tarea que realizamos el DIV se remodela de manera constante con la finalidad de que se genere un mantenimiento autónomo.

- **Unidad Lumbosacra l5/s1**

La región lumbosacra es aquella que se encuentra compuesta por la zona lumbar y la región del sacro. En esta región se destaca la unidad L5/S1 debido a que es la que genera límites en cuanto a movilidad y postura concierne (Garduño y Ávila, 2023). Dicha unidad se encuentra compuesta por la última vértebra lumbar y se une a la primera vértebra del sacro.

En medio de las vértebras se encuentra el disco intervertebral junto con el nervio espinal L5. Las raíces salen por ambos lados y se unen a otros nervios para formar otros más completos que se extienden por el raquis hasta llegar a cada pierna. En primer lugar, el dermatoma identifica diversas sensaciones del pie, rodilla y la pierna. Por otra parte, el miotoma se conforma por una cantidad de muslos específicos de las piernas y el pelvis y que se encargan de ejercer movimientos en las piernas y los pies (DeWitt, 2019).

Los problemas que se pueden generar en esta unidad son generados por la exposición excesiva a tensiones de tipo biomecánico. En primer lugar, el disco se encuentra susceptible a movimientos que hacen que este se deforme en el espacio intervertebral provocando una hernia discal (García, 2025, p. 68).

Con respecto a la vertebral, por la exposición a el soporte elevado de cargas, este puede generar diversos dolores en las articulaciones. Los dolores experimentados pueden ser artrosis (o llamado también artritis por desgaste), o caso contrario espondilolistesis o artritis que son causadas por inflamaciones generadas en esta unidad (DeWitt, 2019).

Los problemas generados no solo se presentan en la región lumbar que debido a lo unión de los nervios puede generar molestias en las rodillas, las piernas y los pies. García (2025)

menciona que otra patología que se puede desarrollar son las alteraciones a la sensibilidad que se percibe, o también se puede desarrollar una debilitación en el ámbito muscular causada por las irritaciones generadas en la raíz nerviosa (p. 86).

### **2.3.7 Métodos de Evaluación ergonómica aplicados**

#### **Cuestionario de Molestias Musculoesqueléticas de Cornell (CMDQ)**

Es un cuestionario desarrollado en 1999 por los doctores Hedge, Morimoto y McCrobie en el año 1999. El cuestionario es demasiado útil debido a su versatilidad en la identificación y cuantificación de la influencia que pueden presentar los factores ergonómicos en la salud de una persona (Sandoval y Caballero, 2024).

Carrasquero (2015) en una investigación para adaptar el cuestionario al idioma español menciona la importancia de tener instrumentos que permitan realizar evaluaciones de las molestias físicas. Con esa finalidad, el instrumento busca evaluar 20 partes del cuerpo que son esenciales para determinar si el trabajador presenta algún disconfort al momento de efectuar sus labores.

La finalidad del cuestionario es evaluar la disconformidad en 12 regiones anatómicas (cuello, hombros, espalda baja - alta, brazos, antebrazos, muñecas, caderas-glúteos, muslos, rodillas, pantorrillas y pies). Por cada una de estas regiones se realizan preguntas con la finalidad de abarcar tres diferentes dimensiones las cuales son frecuencia, malestar e interferencia.

#### **Evaluación del Levantamiento de Cargas Mediante la Ecuación de NIOSH**

La denominada NIOSH por sus siglas en inglés (National Institute for Occupational Safety and Health) es el ente encargado de la salud y seguridad ocupacional en Estados Unidos. Entre sus estudios más destacados se encuentra la ecuación desarrollada para la evaluación del levantamiento cargas con ambas manos y bajo condiciones específicas bajo las que es realizada la actividad.

El método de evaluación fue desarrollado en el año 1981, pero mediante revisiones se ejercieron mejoras hasta concluir con la metodología que se conoce hoy en día. Actualmente es el método de evaluación para trabajos de levantamientos que más se emplea en territorios como Canadá y Estados Unidos motivo por el cual recibe una gran aceptación a motivo internacional (Valdivia, 2024).

Mediante la aplicación de la ecuación de NIOSH se busca encontrar un límite en cuanto al peso que se recomienda levantar (LPR), para ello hace una relación entre una constante de carga definida previamente la cual se ve afectada por diversos multiplicadores que penalizan a la carga dependiendo de los factores adversos a los que se encuentra sometido la tarea de levantamiento.

#### **Método de Estimación de la Fuerza Compresiva en el Disco L5-S1**

El método de estimación de la fuerza compresiva en el disco L5/S1 o también denominado como FCD es de gran utilidad para determinar la fuerza de compresión a la que se encuentra expuesta el disco durante trabajos de levantamiento (Márquez et-al, s.f.). El análisis se realiza específicamente en ese disco del lumbosacro debido a que es el que mayor movimientos realiza.

Con la metodología FCD se analiza principalmente la postura que se ejerce al momento de realizar el levantamiento (tomando en cuenta el ángulo formado por el torso, brazo y antebrazo. A ello se le suman elementos fisiológicos de la persona que está siendo evaluada como la estatura y el peso que tiene. Finalmente, en el análisis también se toma en consideración el peso de la carga que está siendo levantada.

## 2.4 Glosario de Términos

- **Ergonomía:** Disciplina científica que busca optimizar la interacción entre las personas y los elementos de un sistema (como herramientas, máquinas o espacios de trabajo) para mejorar el bienestar y el rendimiento global.
- **Columna Vertebral:** Estructura articular que se extiende desde la base del cráneo hasta el cóccix, compuesta por 33 vértebras. Funciona como soporte principal del cuerpo, protege la médula espinal y permite la movilidad del tronco.
- **Disco Intervertebral (DIV):** Estructura cartilaginosa situada entre las vértebras, que actúa como amortiguador. Está formado por un núcleo pulposo y un anillo fibroso, y facilita el movimiento de la columna.
- **Ecuación de NIOSH:** Método analítico desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de EE. UU. para evaluar el riesgo en tareas de levantamiento manual de cargas, calculando un Límite de Peso Recomendado (LPR) y un Índice de Levantamiento (LI).
- **Fuerza Compresiva en el Disco (Método FCD):** Modelo biomecánico utilizado para estimar la fuerza de compresión que soporta el disco intervertebral L5/S1 durante el levantamiento manual de cargas, permitiendo cuantificar el riesgo de lesión lumbar.
- **Lumbalgia:** Dolor localizado en la región inferior de la espalda (zona lumbar). Constituye una de las principales causas de incapacidad laboral a nivel mundial.
- **Unidad Lumbosacra (L5/S1):** Articulación entre la quinta vértebra lumbar (L5) y la primera vértebra del sacro (S1). Es una zona de alta movilidad y soporte de cargas, por lo que es particularmente vulnerable a lesiones.
- **Trastorno Musculoesquelético (TME):** Alteración o lesión que afecta a los tejidos musculoesqueléticos (músculos, tendones, nervios, articulaciones, etc.). Cuando su causa está relacionada con las condiciones laborales, se denomina TME de origen laboral.
- **Cuestionario de Cornell (CMDQ):** Herramienta de evaluación subjetiva que mide la presencia, frecuencia, severidad e impacto en el trabajo de molestias musculoesqueléticas en diversas regiones del cuerpo.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Metodología de la investigación**

#### ***3.1.1 Tipo de Investigación***

La investigación fue realizada con las metodologías descriptiva y de campo, dado que se realizó la recolección de variables y la descripción de la problemática mientras se lleva a cabo las labores cotidianas de la empresa fijándose en el riesgo ergonómico de los trabajadores mientras realizan sus labores de manejo manual de cargas.

#### ***3.1.2 Enfoque de la investigación***

La investigación tuvo un enfoque de tipo cuantitativo, debido a que los datos que se manejaron son de tipo numérico durante todo el desarrollo de la investigación. De esta manera, mediante el análisis y el procesamiento de los datos se logró realizar un análisis pertinente dentro del estudio.

#### ***3.1.3 Diseño de la Investigación***

La investigación realizada es de carácter no experimental debido a que no se manipularon las variables, y solo se analizó el problema que se presenta dentro de la empresa sin intervención alguna. Además, el estudio se realizó a comienzos del año 2025, razón por la cual la investigación aborda los datos de las variables durante el transcurso de ese periodo de tiempo.

### **3.2 Técnicas de recolección de datos**

#### ***3.2.1 Entrevista***

La entrevista fue una herramienta esencial para la obtención de los datos debido a que permiten recopilar la información esencial sobre molestias y problemas que aquejan los trabajadores dentro de sus puestos de trabajo. Además que permitió conocer que tan severas son las molestias o si esto les impide un correcto desenvolvimiento al momento de cumplir con sus labores cotidianas.

#### ***3.2.2 Cuestionario de Molestias musculoesqueléticas de Cornell (CMDQ)***

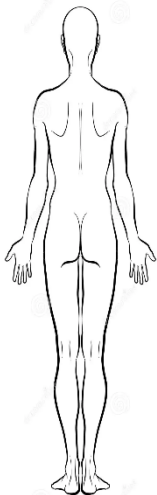
El cuestionario de molestias musculoesqueléticas de Cornell se aplicó de manera adecuada para medir las molestias que pueden aquejar los trabajadores. Para ello, se aplican 3 parámetros (frecuencia, severidad e intervención en el trabajo) en un periodo de 7 días con el

cual se identificaron las zonas de dolor en los trabajadores, abarcando las 12 unidades anatómicas (o 20 partes del cuerpo) que son analizadas con este cuestionario.

**Figura 2**

*Formato del Test de Cornell CMQD*

Disconformidad Corporal	Durante la última semana que tan a menudo experimento dolores, malestares o disconfort en:					Si se experimentó dolor, que tan incómodo fue:			Si experimentó dolor, malestar o disconfort, eso afectó en su capacidad para trabajar		
	Nunca	1-2 veces por semana	3-4 veces por semana	Diario	Varias veces al día	Ligero	Moderado	Severo	No	Ligeramente	Severamente
Cuello											
Hombro derecho											
Hombro izquierdo											
Espalda alta											
Espalda baja											
Brazo derecho											
Brazo izquierdo											
Antebrazo Derecho											
Antebrazo Izquierdo											
Muñeca derecha											
Muñeca izquierda											
Cadera /Glúteos											
Muslo derecho											
Muslo izquierdo											
Rodilla derecha											
Rodilla izquierda											
Pierna derecha											
Pierna izquierda											
Pie derecho											
Pie izquierdo											



**Nota:** Adaptado del Test de Cornell. Obtenido de (<https://ergo.human.cornell.edu/ahmsquest.html>)

Se aplica el test abarcando las 3 dimensiones para las doce regiones del cuerpo, a partir de las respuestas obtenidos se realiza una ponderación de la siguiente manera:

- **Dimensión 1 Frecuencia:** Identifica que tanto se ha repetido la molestia durante la última semana de trabajo.

**Tabla 1**

*Evaluación de la frecuencia según el CMDQ*

¿Con que frecuencia experimenta dolor o malestar?	Puntaje
Nunca	0
1-2 veces a la semana	1.5
3-4 veces a la semana	3.5
Diario	5
Varias veces al día	10

**Nota:** Adaptado del Test de Cornell. Obtenido de (<https://ergo.human.cornell.edu/ahmsquest.html>)

- **Dimensión 2 Malestar:** Busca identificar que tan agudo es el malestar presentado en el trabajador.

**Tabla 2**

*Evaluación de la severidad del dolor según el CMDQ*

Si experimento dolor o malestar, ¿La incomodidad era?	Puntaje
Ligero	1
Moderado	2
Severo	3

**Nota:** Adaptado del Test de Cornell. Obtenido de (<https://ergo.human.cornell.edu/ahmsquest.html>)

- **Dimensión 3 Interferencia:** Se busca analizar si el dolor o malestar afecta a el trabajador en el desarrollo de sus labores.

**Tabla 3**

*Evaluación de la interferencia según el CMDQ*

Si experimento dolor, malestar, ¿Afecto en su capacidad para laborar?	Puntaje
No	1
Interferencia Ligera	2
Interferencia Contundente	3

**Nota:** Adaptado del Test de Cornell. Obtenido de (<https://ergo.human.cornell.edu/ahmsquest.html>)

A partir de esos datos se cuantifica la severidad de la afectación con la finalidad de identificar los que se presentan con mayor intensidad, para ello se obtiene un valor ponderado mediante la multiplicación de cada puntuación presente en la escala por cada parte del cuerpo. Se realiza una multiplicación de las dimensiones ya que permite realizar una mejor apreciación de las zonas del individuo que presenta mayores problemas (Hedge et-al, 1999).

$$Ponderación = Frecuencia * Malestar * Interferencia$$

Con el valor obtenido en la ponderación se puede clasificar el nivel de molestia presente en cada parte del cuerpo siguiendo la siguiente puntuación:

**Tabla 4**

*Interpretación del nivel de malestar musculoesquelético según el CMDQ*

Nivel de malestar musculoesquelético	Puntaje	Afectación
1-Normal	0-5	El trabajador no tiene presencia de TME que influyan en el trabajo
2-Ligero	6-8	El trabajador presenta una ligera molestia de TME al realizar el trabajo

3-Alto	9-11	El trabajador muestra TME al realizar su trabajo
4-Muy Alto	>12	Hay un impacto considerable de TME en el trabajador

**Nota:** Adaptado del Test de Cornell. Obtenido de (<https://ergo.human.cornell.edu/ahmsquest.html>)

### 3.2.3 Ficha de la Ecuación de NIOSH

Se aplica para la recolección de los datos necesarios para el cálculo de la ecuación desarrollada por la NIOSH, en ella se colocaron las medidas que se involucraron en las tareas de levantamiento que son desarrolladas por el personal de la empresa. Con los datos obtenidos se identificaron los pesos que son recomendados al momento de realizar las labores, logrando así identificar si las labores de levantamiento son riesgosas.

#### Figura 3

Ficha de Recolección de Datos para la Ecuación de NIOSH

Ficha de Datos NIOSH	
Origen	Destino
Distancia vertical V (cm)	
Distancia Horizontal H (cm)	
Ángulo de Asimetría A (°)	<p>V: Posición vertical. H: Posición horizontal.</p>
Tipo de Agarre	
Frecuencia	
Peso de la Carga (Kg)	

**Nota:** Basado en la adaptación de la NIOSH realizado por Nogareda y Canosa (1998), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INNST.

Con los datos obtenidos, se evalúa una constante de carga en conjunto con diversos multiplicadores que penalizan el peso recomendado hasta que se obtiene un límite de peso recomendado en cada uno de los casos.

$$LPR = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

- **LC:** El constante de carga evaluado, el cual según estudios fisiológicos desarrollados por la NIOSH, se aplica un valor de 23 kg que abarca al 75% en población femenina y un 90% de la masculina. (Waters et al., 1993).
- **Factor de distancia horizontal HM:** Se calcula al medir la distancia horizontal proyectada en el suelo que se forma entre el punto medio del trabajador y el punto medio de la carga (H), en este caso se considera un valor  $KM=1$  si la distancia es menor o igual a 25 cm, o el valor será 0 si la distancia supera los 63 cm. Para el resto que se encuentra entre estos valores se calcule el HM con la fórmula:

$$HM = \frac{25}{H}$$

- **Factor de altura VM:** Se mide a partir de la distancia vertical que se tiene en el punto de agarre de la carga y el suelo. La condición óptima sería que se encuentre a 75 cm del suelo en donde adquirirá un valor de 1, mientras que adquirirá un valor de 0 si supera los 175 cm. Para el resto de las medidas se calcula mediante la fórmula:

$$VM = (1 - 0.003|V - 75|)$$

- **Factor de desplazamiento vertical DM:** Hace referencia al desplazamiento vertical de la carga, para ello se evalúa la variación en centímetros D con la siguiente fórmula:

$$D = |V1 - V2|$$

A partir de este valor se calcula el valor DM considerando que, si D es menor a 25 centímetros el valor de DM es uno, mientras que si el valor de D supera los 175 cm el valor de DM es cero. Para el resto de los cálculos se utiliza la siguiente fórmula para el análisis:

$$DM = 0.82 + \frac{4.5}{D}$$

- **Factor de asimetría AM:** Se encarga de evaluar el desplazamiento del trabajador fuera del plano sagital, para ello se mide el ángulo formado entre el centro del cuerpo y el centro de las manos (A). Si el ángulo formado supera los 135° el factor de asimetría es cero, para el resto de los casos se calcula mediante la fórmula:

$$AM = 1 - (0.0032A)$$

- **Factor de frecuencia FM:** La Hace referencia a la frecuencia con la que se realizan los trabajos de levantamiento, para ello se toman en cuenta factores como la duración del trabajo y la frecuencia con la que se ejecutan los levantamientos (véase la tabla 5). Por otra parte, en la tabla 6 se demuestra la forma en la que se califica la duración del trabajo, para ello se consideran el tiempo del trabajo, la duración del mismo, y el tiempo de recuperación que se tiene durante las tareas de levantamiento que realizan.

**Tabla 5**

*Tabla para la obtención del valor de frecuencia según la NIOSH*

Frecuencia (Elev/min)	Duración del Trabajo					
	≤1 hora		1-2 horas		>2-8 horas	
	(V<75)	(V≥75)	(V<75)	(V≥75)	(V<75)	(V≥75)
≤0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45

5	0,80	0,80	0,66	0,66	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,15	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,13	0,13
11	0,41	0,41	0,23	0,23	0,11	0,11
12	0,37	0,37	0,21	0,21	0,10	0,10
13	0,00	0,34	0,00	0,20	0,09	0,09
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,08	0,08
>15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,07	0,07

**Nota:** Obtenido de la adaptación de la NIOSH realizado por Nogareda y Canosa (1998), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INNST.

**Tabla 6**

*Calificación de la duración del trabajo según la NIOSH*

Tiempo	Duración	Tiempo de recuperación
≤1 hora	Corta	Por lo menos de 1.2 veces con respecto al tiempo de trabajo
1-2 horas	Moderada	Al menos 0.3 veces el tiempo de trabajo
>2-8 horas	Larga	

**Nota:** Obtenido de la adaptación de la NIOSH realizado por Nogareda y Canosa (1998), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INNST.

- **Factor de agarre CM:** Aquí se toma en consideración la calidad con la que se agarra la carga. Para ello se toma en consideración la Tabla, en las que se establece las tres categorías en las que se califica este factor.

**Tabla 7**

*Tabla de calificación del agarre según la NIOSH*

<b>Bueno</b>	Recipientes adecuados con asas y diseño óptimo	Piezas que no suelen ir en cajas pero que se puedan asir fácilmente
<b>Regular</b>	Recipientes con diseño óptimo pero que no cumple con las especificaciones necesarias	Cajas que no tienen un diseño óptimo (sin asas ni asideros, tampoco que sean irregulares o con piezas sueltas) pero que el agarre permita que la palma se flexione 90°

**Malo** Cajas con diseño subóptimo, que contengan elementos sueltos, o que sean irregulares con bordes afilados Recipientes que tienden a deformarse

**Nota:** Obtenido de la adaptación de la NIOSH realizado por Nogareda y Canosa (1998), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INNST.

Con ello en consideración se obtiene el valor del CM al analizar el tipo de agarre con la posición vertical de la carga

**Tabla 8**

*Tabla para la obtención del valor del CM según la NIOSH*

	CM	(V<75)	(V≥75)
<b>Tipo de Agarre</b>	<b>Bueno</b>	1,00	1,00
	<b>Regular</b>	0,97	0,97
	<b>Malo</b>	0,94	0,94

**Nota:** Obtenido de la adaptación de la NIOSH realizado por Nogareda y Canosa (1998), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INNST.

- **índice de Levantamiento IL:** Al multiplicar todos los parámetros, se obtiene el PLR para el trabajo realizado, con ese valor se halla un índice de levantamiento el cual dependiendo del valor que toma nos indica si el trabajo de levantamiento recomendado puede ser perjudicial para el trabajador que lo ejecute (Diego-Mas, 2015).

$$IL = \frac{\text{Peso Carga}}{\text{Peso Límite Recomendado}}$$

**Tabla 9**

*Interpretación del índice de levantamiento según la NIOSH*

Índice de Levantamiento	Significancia del riesgo
IL ≤ 1	La tarea puede ser realizada por la mayoría de los trabajadores sin presentar riesgo
IL 1-3	La tarea puede ocasionar problemas en algunos trabajadores
IL 3	La tarea ocasionará molestias en la mayoría de los trabajadores

**Nota:** Obtenido de la adaptación de la NIOSH realizado por Nogareda y Canosa (1998), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo INNST.

### 3.2.4 Análisis de la Fuerza Compresiva del Disco l5/s1 por el método FCD

El método FCD se aplica para levantamientos realizados con ambas manos, y hay que considerar que analiza solo el levantamiento en un plano sagital, razón por la cual no se considera los giros que puede realizar el trabajador durante sus labores. Con ello en consideración se obtiene una medida de compresión a la que se somete el disco el cuál se compara con estudios realizados por la NIOSH según la tabla

**Tabla 10***Interpretación de los niveles de compresión en el disco según la NIOSH*

Fuerza de Compresión	Indicador
< 350 Kg fuerza	No existe riesgo
>350 - < 650 Kg fuerza	Fuera de los límites recomendados
>650 Kg fuerza	Supera el rango permisible

**Nota:** Adaptado de los valores establecidos en *Work Practices Guide for Manual Lifting* (NIOSH, 1981).

- **Fuerza muscular extensora:** También denominada FME, es la que relaciona la adición del torque generado por la carga que está siendo levantada, junto con los torques que se desarrolla en los brazos, antebrazos y el tronco, todo dividido en un espacio de 0.05 metros (Drury et al., 1983). Los pesos que acompañan a las variables hacen referencia a una estimación que se realiza sobre el peso que presentan las partes del cuerpo mencionadas previamente.

$$FME = (1/0.05) * (0.363 * P * X1 + 0.062 * X2 + 0.05 * P * X3 + C * X4)$$

- **Tangente del ángulo de la fuerza de compresión:** Es el ángulo que se forma por la acción de las fuerzas y el ángulo del tronco en relación con el peso de la carga que está siendo desplazada.

$$\tan\theta = FME * \sin \alpha / (FME * \cos \alpha * + 0.475P + c)$$

- **Fuerza de compresión FC:** La fuerza de compresión es la que relaciona la fuerza musculo extensora de la columna vertebral en relación con un ángulo determinado.

$$FC = FME * \sin \alpha / \sin \theta$$

**Donde:**

P: Peso del cuerpo del trabajador

E: Estatura del trabajador

C: Peso de la carga

$\alpha$ : ángulo del tronco respecto a la vertical

$\beta$ : ángulo del brazo respecto a la vertical

$\mu$ : ángulo del antebrazo respecto a la vertical

$$X1 = 0.1010 * E * \sin \alpha$$

$$X2 = 0.2337 * E * \sin \alpha + 0.0827 * E * \sin \beta$$

$$X3 = 0.2337 * E * \sin \alpha + 0.1896 * E * \sin \beta + 0.082 * E * \sin \mu$$

$$X4 = 0.2337 * E * \sin \alpha + 0.1896 * E * \sin \beta + 0.1907 * E * \sin \mu$$

### **3.3 Población**

La población a ser estudiada va a ser los trabajadores del área de envasado de Industrias Ferrromo, debido a que ellos son los que se encuentran expuestos al levantamiento manual de cargas dentro de la empresa. En este caso el área consta de 8 trabajadores como personal de estudio.

### **3.4 Muestra**

Debido a que la población es muy pequeña razón por la cual se aplicará un muestreo censal a toda la población, buscando así realizar un análisis con los 8 individuos que conforman a la población del estudio.

### **3.5 Métodos de Análisis**

El análisis realizado en la presente investigación fue de tipo evaluativo. En primer lugar, mediante la aplicación del test de Cornell se evaluaron las principales zonas del cuerpo en las que los trabajadores sienten molestias. Determinando así las principales zonas que presentan molestias basándose en la frecuencia, severidad e interferencia con las que se presenta el discomfort en los trabajadores.

A continuación se realizó una evaluación ergonómica del levantamiento aplicando la metodología NIOSH, a partir de ella se determinó el peso límite que se recomienda manipular a los trabajadores, a la par del índice de levantamiento el cual sirvió para identificar un riesgo potencial mediante la comparación con los parámetros establecidos por la NIOSH.

Finalmente, se realizó una estimación de la fuerza compresiva en el disco L5-S1 mediante el método FCD, permitiendo así conocer la carga mecánica que se ejerce en dicha zona. Los resultados se compararon con los límites referenciales impuestos por la NIOSH, lo que nos permite clasificar el nivel del riesgo.

### **3.6 Procesamiento de Datos**

En primer lugar, se recopilaron los datos obtenidos mediante las entrevistas en una hoja de cálculo, en las que se realizó la tabulación por cada dimensión analizada en el test de Cornell. A continuación se realizó la ponderación de cada dimensión y finalmente se obtuvo un puntaje final por cada parte del cuerpo, esto se realizó para cada uno de los trabajadores.

A continuación, mediante los datos obtenidos por la ficha de recolección de datos de la ecuación de NIOSH se registraron los valores en una hoja de cálculo en la que se realizó el cálculo del peso límite recomendado y del índice de levantamiento para cada tarea realizada por cada trabajador.

Finalmente, para el análisis de la fuerza compresiva en el disco L5-S1 se registraron los valores goniométricos medidos mediante la aplicación Kinovea y se complementaron con los datos antropométricos de cada trabajadores. Finalmente se realizó la tabulación y el cálculo en una hoja de cálculo con la que se obtuvo el valor numérico de la fuerza compresiva de cada trabajador.

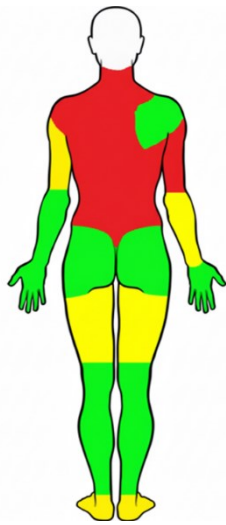
## CAPÍTULO IV

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Análisis del nivel de TME mediante la aplicación del Test CMDQ

**Figura 4**

Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 1

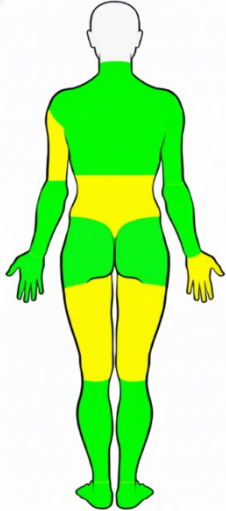
Disconformidad Corporal		Durante la última semana que tan a menudo experimento dolores, malestares o disconfort en:					Si se experimentó dolor, que tan inconfortable fue:			Si experimentó dolor, malestar o disconfort, eso afectó en su capacidad para trabajar			Ponderación	
		Nunca	1-2 veces por semana	3-4 veces por semana	Diario	Varias veces al día	Ligero	Moderado	Severo	No	Ligeramente	Severamente	Puntuación	Valoración
	Cuello				x		x			x		20	Muy alto	
	Hombro derecho		x				x		x			3	Normal	
	Hombro izquierdo				x		x			x		20	Muy alto	
	Espalda alta			x			x			x		12	Muy alto	
	Espalda baja			x			x			x		12	Muy alto	
	Brazo derecho			x			x			x		12	Muy alto	
	Brazo izquierdo		x				x			x		6	Ligero	
	Antebrazo Derecho		x				x			x		6	Ligero	
	Antebrazo Izquierdo	x										0	Normal	
	Muñeca derecha				x		x			x		5	Normal	
	Muñeca izquierda				x		x			x		5	Normal	
	Cadera /Glúteos	x										0	Normal	
	Muslo derecho			x				x		x		6	Ligero	
	Muslo izquierdo			x				x		x		6	Ligero	
	Rodilla derecha	x										0	Normal	
	Rodilla izquierda	x										0	Normal	
	Pierna derecha				x		x			x		5	Normal	
	Pierna izquierda				x		x			x		5	Normal	
	Pie derecho			x				x		x		6	Ligero	
	Pie izquierdo			x				x		x		6	Ligero	

En el primer trabajador se evidencia niveles de disconfort muy altos en cuello, hombro izquierdo, espalda alta y baja, y brazo derecho, lo que indica una sobrecarga ergonómica significativa en el segmento superior del cuerpo, asociada principalmente a tareas de levantamiento

manual de cargas y posturas forzadas de tronco y brazos. Se observaron molestias ligeras en muslos y pies los cuales se relacionan con la realización de actividades de pie. Se recomienda tomar medidas preventivas obligatorias ya que hay un riesgo ergonómico moderado.

**Figura 5**

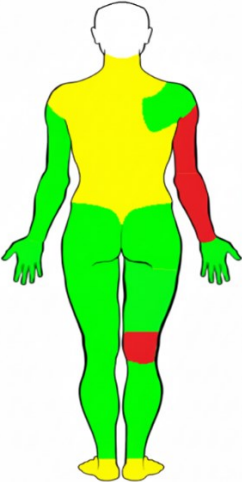
Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 2

Disconformidad Corporal		Durante la última semana que tan a menudo experimento dolores, malestares o disconfort en:					Si se experimentó dolor, que tan incómodo fue:			Si experimentó dolor, malestar o disconfort, eso afectó en su capacidad para trabajar			Ponderación	
		Nunca	1-2 veces por semana	3-4 veces por semana	Diario	Varias veces al día	Ligero	Moderado	Severo	No	Ligeramente	Severamente	Puntuación	Valoración
	Cuello		x				x				x		3	Normal
	Hombro derecho	x											0	Normal
	Hombro izquierdo	x											0	Normal
	Espalda alta	x											0	Normal
	Espalda baja		x					x			x		6	Ligero
	Brazo derecho		x					x		x			3	Normal
	Brazo izquierdo		x					x			x		6	Ligero
	Antebrazo Derecho	x											0	Normal
	Antebrazo Izquierdo	x											0	Normal
	Muñeca derecha		x					x			x		6	Ligero
	Muñeca izquierda	x											0	Normal
	Cadera /Glúteos	x											0	Normal
	Muslo derecho			x				x			x		6	Ligero
	Muslo izquierdo			x				x			x		6	Ligero
	Rodilla derecha		x						x		x		6	Ligero
	Rodilla izquierda		x						x		x		6	Ligero
	Pierna derecha	x											0	Normal
	Pierna izquierda	x											0	Normal
Pie derecho	x											0	Normal	
Pie izquierdo	x											0	Normal	

En este caso, se evidencian molestias leves en el brazo izquierdo, espalda baja, muñeca derecha, piernas y rodillas; esto supone un riesgo ergonómico leve que puede ser causado por mantener una mala postura por tiempos prolongados o por la mala manipulación de algunas cargas. Se recomienda adoptar medidas correctivas antes de que el disconfort se agudice y se presentan molestias más agudas que sean más severas en el trabajador.

**Figura 6**

Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 3

Disconformidad Corporal		Durante la última semana que tan a menudo experimento dolores, malestares o disconfort en:					Si se experimentó dolor, que tan incómodo fue:			Si experimentó dolor, malestar o disconfort, eso afectó en su capacidad para trabajar			Ponderación	
		Nunca	1-2 veces por semana	3-4 veces por semana	Diario	Varias veces al día	Ligero	Moderado	Severo	No	Ligeramente	Severamente	Puntuación	Valoración
	Cuello			x			x		x			6	Ligero	
	Hombro derecho	x										0	Normal	
	Hombro izquierdo			x			x			x		6	Ligero	
	Espalda alta			x			x			x		6	Ligero	
	Espalda baja			x			x			x		6	Ligero	
	Brazo derecho			x				x		x		12	Muy alto	
	Brazo izquierdo	x										0	Normal	
	Antebrazo Derecho			x				x		x		12	Muy alto	
	Antebrazo Izquierdo	x										0	Normal	
	Muñeca derecha		x					x	x			3	Normal	
	Muñeca izquierda		x					x	x			3	Normal	
	Cadera /Glúteos	x										0	Normal	
	Muslo derecho	x										0	Normal	
	Muslo izquierdo	x										0	Normal	
	Rodilla derecha	x										0	Normal	
	Rodilla izquierda			x				x		x		12	Muy alto	
	Pierna derecha	x										0	Normal	
	Pierna izquierda	x										0	Normal	
Pie derecho			x				x	x			12	Ligero		
Pie izquierdo			x				x	x			12	Ligero		

El trabajador presenta molestia ligera en el cuello, hombro izquierdo, pies, espalda baja y alta. Además presenta dolores muy altos en el brazo, antebrazo y rodilla de la zona izquierda. Esto puede suponer que el trabajador se expone a malas posturas por tiempos prolongados o a movimientos repetitivos y estos trabajos se concentran en la parte izquierda del cuerpo.

**Figura 7**

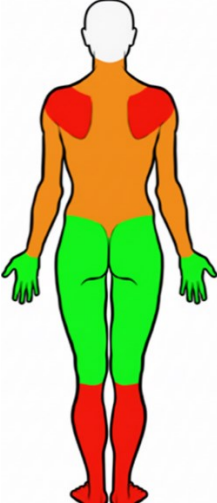
Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 4

Disconformidad Corporal		Durante la última semana que tan a menudo experimento dolores, malestares o disconfort en:					Si se experimentó dolor, que tan incómodo fue:			Si experimentó dolor, malestar o disconfort, eso afectó en su capacidad para trabajar			Ponderación	
		Nunca	1-2 veces por semana	3-4 veces por semana	Diario	Varias veces al día	Ligero	Moderado	Severo	No	Ligeramente	Severamente	Puntuación	Valoración
	Cuello	x										0	Normal	
	Hombro derecho		x				x			x		3	Normal	
	Hombro izquierdo		x				x			x		3	Normal	
	Espalda alta		x					x		x		6	Ligero	
	Espalda baja		x					x		x		6	Ligero	
	Brazo derecho	x										0	Normal	
	Brazo izquierdo	x										0	Normal	
	Antebrazo Derecho			x			x			x		6	Ligero	
	Antebrazo Izquierdo	x										0	Normal	
	Muñeca derecha	x										0	Normal	
	Muñeca izquierda	x										0	Normal	
	Cadera /Glúteos	x										0	Normal	
	Muslo derecho	x										0	Normal	
	Muslo izquierdo	x										0	Normal	
	Rodilla derecha		x					x		x		6	Ligero	
	Rodilla izquierda		x					x		x		6	Ligero	
	Pierna derecha	x										0	Normal	
Pierna izquierda	x										0	Normal		
Pie derecho	x										0	Normal		
Pie izquierdo	x										0	Normal		

En este caso se evidencia la presencia de molestias ligeras en la espalda baja y alta, antebrazo derecho y las rodillas. Estas molestias generalmente se asocian a las posturas que se ejercen en el desarrollo del trabajo o alguna tensión presente por algún sobreesfuerzo muscular de tipo moderado. Como resultado se evidencian esas molestias por los que se sugiere realizar algunas revisiones a la postura o implementar pausas activas para eliminar la acumulación de la fatiga.

**Figura 8**

Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 5

Disconformidad Corporal		Durante la última semana que tan a menudo experimento dolores, malestares o disconfort en:					Si se experimentó dolor, que tan incómodo fue:			Si experimentó dolor, malestar o disconfort, eso afectó en su capacidad para trabajar			Ponderación	
		Nunca	1-2 veces por semana	3-4 veces por semana	Diario	Varias veces al día	Ligero	Moderado	Severo	No	Ligeramente	Severamente	Puntuación	Valoración
	Cuello				x		x				x		10	Alto
	Hombro derecho					x	x				x		20	Muy alto
	Hombro izquierdo					x	x				x		20	Muy alto
	Espalda alta				x			x	x				10	Alto
	Espalda baja				x			x	x				10	Alto
	Brazo derecho				x		x				x		10	Alto
	Brazo izquierdo				x		x				x		10	Alto
	Antebrazo Derecho				x		x				x		10	Alto
	Antebrazo Izquierdo				x		x				x		10	Alto
	Muñeca derecha				x		x			x			5	Normal
	Muñeca izquierda				x		x			x			5	Normal
	Cadera /Glúteos	x											0	Normal
	Muslo derecho	x											0	Normal
	Muslo izquierdo	x											0	Normal
	Rodilla derecha	x											0	Normal
	Rodilla izquierda	x											0	Normal
	Pierna derecha				x			x			x		20	Muy alto
	Pierna izquierda				x			x			x		20	Muy alto
Pie derecho					x		x			x		40	Muy alto	
Pie izquierdo					x		x			x		40	Muy alto	

En este caso el trabajador presenta un riesgo ergonómico elevado debido a la presencia de diversas molestias de gran escala en una gran parte del cuerpo, siendo las áreas más afectadas los hombros, las piernas y los pies. Además, el trabajador también posee una molestia considerable en el cuello, la espalda baja y alta, los brazos y antebrazos. Esto puede deberse a diversos factores como una sobrecarga postural y el apoyo en las extremidades inferiores. Para prevenir un problema más complejo se recomienda una intervención inmediata con la finalidad de mitigar estos dolores y prevenir la proliferación de TME.

**Figura 9**


Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 6

Disconformidad Corporal		Durante la última semana que tan a menudo experimento dolores, malestares o disconfort en:					Si se experimentó dolor, que tan incómodo fue:			Si experimentó dolor, malestar o disconfort, eso afectó en su capacidad para trabajar			Ponderación	
		Nunca	1-2 veces por semana	3-4 veces por semana	Diario	Varias veces al día	Ligero	Moderado	Severo	No	Ligeramente	Severamente	Puntuación	Valoración
	Cuello			x			x				x		6	Ligero
	Hombro derecho	x											0	Normal
	Hombro izquierdo	x											0	Normal
	Espalda alta	x											0	Normal
	Espalda baja	x											0	Normal
	Brazo derecho		x					x			x		6	Ligero
	Brazo izquierdo		x					x			x		6	Ligero
	Antebrazo Derecho	x											0	Normal
	Antebrazo Izquierdo	x											0	Normal
	Muñeca derecha	x											0	Normal
	Muñeca izquierda	x											0	Normal
	Cadera /Glúteos	x											0	Normal
	Muslo derecho			x			x				x		6	Ligero
	Muslo izquierdo			x			x				x		6	Ligero
	Rodilla derecha	x											0	Normal
	Rodilla izquierda	x											0	Normal
	Pierna derecha			x				x		x			6	Ligero
	Pierna izquierda			x				x		x			6	Ligero
	Pie derecho					x	x				x		20	Muy alto
Pie izquierdo					x	x				x		20	Muy alto	

En este caso se muestran molestias leves en el cuello, brazos, muslos y piernas, además de un disconfort muy alto en ambos pies. Esto puede ser causado por una mala posición en la que las extremidades inferiores soporten una mala alta carga o que realice una mala ejecución de manejo de cargas en las que apoye mal las extremidades inferiores. Se recomienda realizar una revisión a la postura e incluir pausas activas para alivianar la carga sometida en las extremidades inferiores.

**Figura 10**

Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 7

Disconformidad Corporal		Durante la última semana que tan a menudo experimento dolores, malestares o disconfort en:					Si se experimentó dolor, que tan incómodo fue:			Si experimentó dolor, malestar o disconfort, eso afectó en su capacidad para trabajar			Ponderación	
		Nunca	1-2 veces por semana	3-4 veces por semana	Diario	Varias veces al día	Ligero	Moderado	Severo	No	Ligeramente	Severamente	Puntuación	Valoración
	Cuello	x										0	Normal	
	Hombro derecho	x										0	Normal	
	Hombro izquierdo	x										0	Normal	
	Espalda alta			x			x			x		6	Ligero	
	Espalda baja			x			x			x		6	Ligero	
	Brazo derecho	x										0	Normal	
	Brazo izquierdo	x										0	Normal	
	Antebrazo Derecho	x										0	Normal	
	Antebrazo Izquierdo	x										0	Normal	
	Muñeca derecha			x				x			x	12	Muy alto	
	Muñeca izquierda			x				x			x	12	Muy alto	
	Cadera /Glúteos		x					x			x	6	Ligero	
	Muslo derecho	x										0	Normal	
	Muslo izquierdo	x										0	Normal	
	Rodilla derecha	x										0	Normal	
	Rodilla izquierda	x										0	Normal	
	Pierna derecha		x					x			x	6	Ligero	
	Pierna izquierda		x					x			x	6	Ligero	
Pie derecho		x					x		x		3	Normal		
Pie izquierdo		x					x		x		3	Normal		

En este caso, se evidencian molestias leves en la espalda alta y baja, antebrazo derecho, caderas y piernas; además se presenta una molestia muy alta en las manos. Esto puede ser generado por la exposición a malas posturas, movimientos repetitivos o a la mala ejecución de manejo manual de cargas. Por esta razón se recomienda la aplicación de medidas preventivas, obligatorias ya que de manera general se presenta un riesgo ergonómico moderado y las molestias pueden agravarse.

**Figura 11**

Análisis del nivel del disconfort musculoesquelético del trabajador 8

Disconformidad Corporal		Durante la última semana que tan a menudo experimento dolores, malestares o disconfort en:					Si se experimentó dolor, que tan incómodo fue:			Si experimentó dolor, malestar o disconfort, eso afectó en su capacidad para trabajar			Ponderación	
		Nunca	1-2 veces por semana	3-4 veces por semana	Diario	Varias veces al día	Ligero	Moderado	Severo	No	Ligeramente	Severamente	Puntuación	Valoración
	Cuello			x			x		x			6	Ligero	
	Hombro derecho	x										0	Normal	
	Hombro izquierdo	x										0	Normal	
	Espalda alta		x				x		x			1.5	Normal	
	Espalda baja		x				x		x			1.5	Normal	
	Brazo derecho			x				x		x		12	Muy alto	
	Brazo izquierdo	x										0	Normal	
	Antebrazo Derecho			x				x		x		12	Muy alto	
	Antebrazo Izquierdo	x										0	Normal	
	Muñeca derecha		x					x		x		6	Ligero	
	Muñeca izquierda		x					x		x		6	Ligero	
	Cadera /Glúteos	x										0	Normal	
	Muslo derecho	x										0	Normal	
	Muslo izquierdo	x										0	Normal	
	Rodilla derecha		x					x		x		6	Ligero	
	Rodilla izquierda		x					x		x		6	Ligero	
	Pierna derecha		x					x		x		6	Ligero	
	Pierna izquierda		x					x		x		6	Ligero	
Pie derecho		x					x		x		6	Ligero		
Pie izquierdo		x					x		x		6	Ligero		

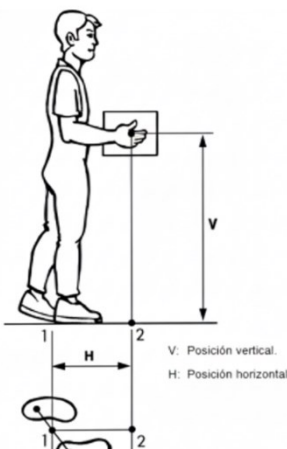
Se evidencian molestias leves en diversas partes del cuerpo como cuello, manos, piernas, pies y rodillas, además de presentar una molestia muy alta en el brazo y antebrazo derecho. Esto puede deberse a un sobreesfuerzo unilateral en el lado derecho, además de una mala postura al momento de realizar ciertas tareas. De manera general se indica un riesgo moderado ergonómico, razón por la que se deben adoptar medidas correctivas para buscar aliviar la carga en la extremidad derecha superior y en las extremidades inferiores

#### 4.1.2 Análisis del Riesgo en la Manipulación de Cargas Mediante la Ecuación de NIOSH

Con las medidas que se tomaron en el personal de envasado se realizó el cálculo del peso límite recomendado PLR, y el Índice de levantamiento IL.

**Tabla 11**  
Datos del Levantamiento Realizado por el Trabajador 1

Ficha de Datos NIOSH		
	Origen	Destino
Distancia vertical V (cm)	34	23
Distancia Horizontal H (cm)	0	109
Ángulo de Asimetría A (°)	0	0
Tipo de Agarre	Malo	
Frecuencia	Baja (0.017 lev/min)	
Peso de la Carga (Kg)	20	



Se procedió a recolectar los datos para todos los trabajos, y así considerando un valor de la constante de cargas de 23 Kg según lo recomendado por la NIOSH, se procedió a efectuar el cálculo de los límites recomendados por el peso de cada uno de los trabajadores.

**Tabla 12**  
Resultados del LPR y el IL en el origen

Análisis del Levantamiento en el Origen										
N	LC	FD	VM	DM	AM	FM	CM	LPR	P. Carga	IL
1	23	0.74	0.78	0.86	1.00	1.00	0.90	10.28	20.00	1.95
2	23	0.74	0.82	0.90	1.00	1.00	0.90	11.30	33.52	2.97
3	23	0.78	0.99	0.88	1.00	1.00	0.90	14.06	16.16	1.15
4	23	0.50	0.82	0.85	1.00	1.00	0.90	7.21	50	6.93
5	23	0.83	1.00	0.89	0.97	1.00	1.00	16.48	19.36	1.17
6	23	0.89	0.97	0.91	1.00	1.00	0.90	16.26	18	1.11
7	23	1.00	0.99	0.89	1.00	1.00	1.00	20.27	19.36	0.96
8	23	0.71	0.97	0.91	0.96	1.00	0.90	12.45	16.16	1.30

La tabla muestra el análisis del levantamiento en el origen utilizando la ecuación NIOSH, donde se observa que la mayoría de los puntos evaluados presentan Índices de Levantamiento (IL) entre 1 y 3, lo que indica un riesgo moderado que generalmente se ven afectados por las distancias verticales y horizontales que se emplean durante el levantamiento. Por otra parte, el trabajador 7 realiza un levantamiento adecuado al realizar el levantamiento empleando una buena distancia horizontal y no desplazando mucho la carga

en sentido vertical, a la par que maneja una carga relativamente baja de 19 kg. Sin embargo, el levantamiento número 4 alcanza un IL de 6.93, valor críticamente elevado que supera ampliamente el límite recomendado (IL = 1), evidenciando una tarea peligrosa que requiere intervención inmediata. Este incremento está asociado a un peso de carga alto (50 kg) y a factores desfavorables en la posición y distancia de levantamiento, lo cual incrementa significativamente el riesgo ergonómico y la probabilidad de lesiones lumbares.

**Tabla 13**

Resultados del PLR y el IL en el destino

Análisis del Levantamiento en el Destino										
N	LC	FD	VM	DM	AM	FM	CM	LPR	P. Carga	IL
1	23	1.00	0.90	0.86	1.00	1.00	0.90	16.02	20.00	1.25
2	23	1.00	1.00	0.90	0.97	1.00	0.90	18.07	33.52	1.86
3	23	0.43	0.78	0.88	1.00	1.00	0.90	6.10	16.16	2.65
4	23	1.00	0.77	0.85	0.98	1.00	0.90	13.28	50	3.77
5	23	0.63	0.82	0.89	1.00	1.00	1.00	10.57	19.36	1.83
6	23	0.96	0.82	0.91	1.00	1.00	0.90	14.83	18	1.21
7	23	0.60	0.82	0.89	0.97	1.00	1.00	9.77	19.36	1.98
8	23	0.50	0.82	0.91	1.00	1.00	0.90	7.72	16.16	2.09

La mayoría de los levantamientos evaluados presentan Índices de Levantamiento (IL) entre 1 y 2, lo que indica un riesgo moderado que requiere atención y posibles mejoras en técnica o condiciones, aunque no representa un peligro crítico inmediato. No obstante, el levantamiento número 4 destaca con un IL de 3.77, ubicándose en un nivel de alto riesgo, debido principalmente al peso elevado (50 kg) y a factores de postura y distancia que reducen significativamente la seguridad del movimiento. Este valor supera ampliamente el límite recomendado por la ecuación NIOSH (IL = 1), por lo que dicha tarea exige correcciones urgentes, ya sea reduciendo el peso, modificando la altura de levantamiento o implementando ayudas mecánicas.

#### 4.1.3 Análisis de la Fuerza Compresiva del Disco L5/S1 con el Método FCD

**Tabla 14**

Resultados de la Fuerza Compresiva del Disco l5/s1

Evaluación de la fuerza compresiva del disco l5-s1										
N	Estatura (m)	Peso (kg)	Peso Carga (kg)	Angulo tronco (°)	Angulo brazo (°)	Ángulo antebrazo (°)	FME	Tan Ángulo FC	Ángulo FC	FC (kgf)
1	1.55	77	20	93.4	6.1	160.3	353.72	9.92	84.24	354.89
2	1.66	57.40	50	87.8	7.8	160.2	663.69	6.45	81.19	671.11
3	1.62	57.4	16.16	57.1	19.5	123.4	332.79	1.25	51.26	358.23

4	1.75	80.8	50	70.3	16.4	105.4	990.6 1	2.21	65.64	1023.7 9
5	1.57	59.4	19.36	58.1	10	141.3	322.1 2	1.26	51.47	349.60
6	1.54	57.8	18	76	12.4	150	318.9 2	2.52	68.39	332.86
7	1.66	74.6	19.36	70.3	20	129.5	444.4 1	2.04	63.94	465.75
8	1.59	78	16.16	58.6	9.7	131.6	338.9 5	1.26	51.54	369.48

Los resultados obtenidos en la evaluación de la fuerza compresiva del disco L5–S1 evidencian variaciones significativas entre los participantes, determinadas por factores como la estatura, el peso corporal, la carga manipulada y las posturas adoptadas durante la tarea. En el caso de los trabajadores 2 y 4 donde se registran ángulos elevados de tronco y extremidades, junto con cargas superiores a los 20 kg, la fuerza compresiva (FC) supera ampliamente los límites permisibles de 650 kgf, por lo que se consideran como de alto riesgo. Esto se refleja claramente en los valores más altos de la tabla, donde se alcanzan fuerzas de hasta 1023.79 kgf (en el caso del trabajador 4), lo que implica un riesgo severo para la integridad del disco intervertebral L5–S1. En contraste, los valores que permanecen por debajo de 350 kgf como lo son los trabajadores 5 y 6 corresponden a condiciones posturales más favorables y cargas moderadas que son menores a 20 kg, ubicándose dentro de niveles relativamente aceptables. Finalmente se visualiza que el resto de los trabajadores presentan un riesgo que ya sobrepasa los límites recomendables mayores a 350 kgf, esto generalmente se visualiza por la presencia de una mala postura lo que sumado a una carga que a pesar de estar bajo el peso recomendado, ya presenta un riesgo significativo.

#### 4.2 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos mediante el test de Cornell reflejan que el personal ya presenta de dolencias y malestares en diversas partes del cuerpo. Las disconformidades encontradas abarcan diversas partes del cuerpo, pero generalmente se centran en zonas específicas como la espalda alta y baja, cuello, hombros y las extremidades superiores e inferiores.

De manera general, la mitad de los trabajadores presentan un nivel de riesgo ergonómico alto, determinado mediante las disconformidades que presentan. Por otra parte, una cuarta parte presenta molestias moderadas y en partes del cuerpo específicas. Finalmente el último cuarto de los trabajadores presenta molestias leves en pocas partes del cuerpo, aunque siempre se recomienda la implementación de mejoras preventivas con la finalidad de mitigar el riesgo lo máximo posible.

A partir del análisis realizado con la ecuación de NIOSH, se determinó que todos los trabajos exceden los límites recomendables. Además, específicamente en un par de casos este valor excede el valor del índice de levantamiento ( $IL > 3$ ), razón por la cual la tarea es inaceptable y debe ser modificada con suma urgencia.

Mediante el análisis de la fuerza compresiva en el disco l5/s1 a partir del método FCD se concluye que la tarea es riesgosa al exceder los límites establecidos en cuanto a compresión discal concierne. En un par de ocasiones se respeta los límites, pero al estar cercano al valor recomendado siempre es recomendable aplicar mejoras preventivas. Por otra parte, en un par de ocasiones se excede el límite de trabajo, razón por la cual debe interrumpirse la ejecución de la tarea y aplicar medidas correctivas para evitar la proliferación de lumbalgias dentro de los trabajadores.

En estudios similares como el realizado por Izquierdo (2021) se evidencia que los levantamientos de cargas presentan un riesgo ergonómico significativo en las pymes de tipo alimentario, haciendo una comparación con el presente estudio se evidencia una similitud entre el 75% del estudio y el 87.3% de puestos que tienen un riesgo ergonómico alto o moderado y que se relacionan con el manejo manual de cargas, principalmente asociados con los trabajos de levantamiento.

En el estudio realizado por Ruiz y Regalado en una empresa que fabrica plásticos, se evidencia una problemática similar con los bodegueros. Se encontró que existe una problemática con los pesos que rondan desde los 5 kg hasta los 25 kg, y se evidencia a los de 20 kg como el peso que presenta problemas con más frecuencia. Esta problemática se relaciona con la incidencia de dolores en la zona dorsal y lumbar, lo que se relaciona con el presente estudio en el que se evidencia que los trabajadores estudiados presentan molestias y que las tareas de levantamiento que realizan presentan un riesgo considerable.

De manera similar, en el estudio de Cevallos et al. (2021) en una empresa dedicada a la comercialización de brócoli en las que se realizan tareas de levantamiento de las verduras de hasta 30 Kg presentan un riesgo moderado al presentar un índice de levantamiento de 2.75. Lo que se relaciona con los valores obtenidos en el presente estudio, dado que de igual manera se evidenciaron que las tareas de levantamiento presentaban un riesgo moderado y elevado.

De igual manera, equiparando el estudio al realizado por morales (2015), se evidencia que dentro del trabajo que se realiza en una empresa logística, al momento de levantar las cargas se obtiene un índice de levantamiento superior a 1, a la par que los trabajadores ya presentan síntomas de dolores en la espalda y los hombros. Estos hallazgos también se relacionan con el estudio debido a que se obtuvo un índice de levantamiento mayor que 1 en todos los casos, a la par que se tienen molestias en la región lumbar y en las extremidades superiores.

Finalmente, en el estudio realizado por Meza (2017) se identificaron problemas relacionados al levantamiento con índices superiores a 2, esto se debe a que en el área del estudio se adoptaban posturas incorrectas y las cargas tenían un peso significativo. Esto evidencia que en las empresas que presentan un alto grado de tareas manuales, tiende a existir un riesgo ergonómico elevado, razón por la cual deben plantearse la implementación de medidas que prevengan toda clase de riesgos.

## CAPÍTULO V

### 5.1 Propuesta

Con la finalidad de reducir la fuerza compresiva a la que se someten los trabajadores se deben de realizar diversos controles. Para ello, se deben reducir parámetros adversos como los ángulos que se alejan excesivamente de la posición neutral del tronco y del brazo (0°), a la par del antebrazo (180°). Otro parámetro que puede controlarse es el peso de cada trabajador, si se manejan condiciones ideales en base a su estatura.

Con estos antecedentes, en primer lugar se propone que para el caso más crítico que se presentó durante el estudio se realice un control para que se reduzca la desviación del tronco y antebrazo de la forma actual a un ángulo más aceptable (10°), a la par que se aumenta la flexión del antebrazo acercándose (con un valor de 160°) y controlando el peso recomendado para alguien de su altura (aproximadamente 75 kg aunque depende de otros factores). Mediante este control, se puede lograr una reducción en la fuerza compresiva del disco hasta parámetros más aceptables, siendo así una mejora significativa del alto riesgo al que se encuentra sometido actualmente dicho trabajador.

**Tabla 15**

Propuesta de control postural para reducir la fuerza compresiva del disco

Evaluación de la fuerza compresiva del disco l5-s1										
N	Estatura (m)	Peso (kg)	Peso Carga (kg)	Angulo tronco (°)	Ángulo brazo (°)	Ángulo antebrazo (°)	FME	Tan Ángulo FC	Ángulo FC	FC (kgf)
<b>Actual</b>										
4	1.75	80.8	50	70.3	16.4	105.4	990.61	2.21	65.64	1023.79
<b>Propuesta</b>										
4	1.75	75	50	10	10	165	253.10	0.13	7.48	337.75

Por otra parte, en el resto de los casos se puede realizar mejoras mediante el control del ángulo del tronco, esto debido a que es el que presenta una mayor desviación por todos los trabajadores y es el que más afectaciones genera en cuanto a compresión en el disco l5/s1 concierne. Para ello se presenta un análisis con una reducción en la postura del tronco a una posición más neutral (10°), con ese cambio manteniendo el resto de los parámetros se puede observar una mejora significativa en la que en todos los trabajadores pueden realizar sus labores bajo los parámetros recomendables.

**Tabla 16**

Propuesta de Mejora para Reducir la Compresión del Disco l5-s1

Propuesta para reducir la fuerza compresiva del disco l5-s1										
N	Estatura (m)	Peso (kg)	Peso Carga (kg)	Angulo tronco (°)	Ángulo brazo (°)	Ángulo antebrazo (°)	FME	Tan Ángulo FC	Ángulo FC	FC (kgf)
1	1.55	77	20	10	6.1	160.3	110.56	0.12	6.62	166.56
2	1.66	57.40	50	10	7.8	160.2	244.53	0.13	7.60	320.90
3	1.62	57.4	16.16	10	19.5	123.4	173.47	0.14	8.00	216.37
4	1.75	75	50	10	10	165	253.10	0.13	7.48	337.75
5	1.57	59.4	19.36	10	10	141.3	147.03	0.13	7.56	194.06

6	1.54	57.8	18	10	12.4	150	126.59	0.13	7.36	171.54
7	1.66	74.6	19.36	10	20	129.5	209.58	0.14	7.93	263.71
8	1.59	78	16.16	10	9.7	131.6	151.33	0.13	7.40	203.94

De esta manera, se obtiene una clara evidencia a partir de los resultados, demostrándose así que las condiciones ergonómicas para la realización del trabajo son completamente peligrosas. Generando molestias y dolores los cuales al no ser tratados adecuadamente generan diversas problemáticas que abarcan a la salud del trabajador, productividad y niveles de satisfacción que el trabajador tiene dentro de la empresa.

Con la finalidad de controlar las labores de levantamiento de cargas dentro del personal y considerando que los trabajadores acatarán las indicaciones, se propone un manual en el que se definan las características, condiciones y consideraciones que deben tenerse en cuenta al momento de realizar un correcto manejo de las cargas en cuanto a levantamiento concierne. Se abarcan aspectos esenciales que deben manejarse para efectuar un levantamiento adecuado en el que se genere las más mínimas afectaciones al momento de ser efectuado.

El manual fue hecho en base a normativas que se manejan a nivel nacional (NTE INEN-ISO 11228-1: Ergonomía – Manipulación manual de cargas: levantamiento y transporte), en la cual se adapta la normativa internacional de la ISO al territorio nacional, para ello se incluyen instrucciones para realizar evaluaciones del riesgo o los parámetros a cumplir como los pesos permitidos dependiendo de la población que manipula la carga.

De igual manera, se incluyeron instrucciones de normativas internacionales como la INSHT y la NIOSH, en las que se exponen diversas consideraciones importantes para efectuar un manejo de cargas seguro, exponiendo parámetros seguros y permisibles para efectuar un levantamiento adecuado y que no genere problemas dentro del personal que labora dentro de la empresa.

Finalmente, se incluyeron instrucciones de pausas activas las cuales están destinadas para ser aplicadas por el personal de manera periódica dentro de su jornada de trabajo. La finalidad de ello es descomprimir cargas acumuladas, a la par que se relajan los músculos y articulaciones del cuerpo, buscando así reducir la posibilidad del desarrollo de TME dentro del personal del área de envasado de la empresa.

## CAPÍTULO VI

### 6.1 Conclusiones

- Se identificaron diversas zonas de dolor en el personal de la empresa mediante la aplicación del test de Cornell. Las principales zonas donde se presenta disconfort es en el cuello, espalda, manos, brazos y en las extremidades inferiores (especialmente en los pies, piernas y muslos) en la que se evidencia un riesgo elevado (supera los 12 puntos según la ponderación del test de Cornell). En este caso, la problemática que más aqueja es la que se relaciona con la zona de la espalda baja (zona lumbar) en la que el 75% del personal en estudio presenta molestias (50% presenta molestias ligeras, el 12.5% molestias altas, y el 12.5% restantes dolores muy altos).
- Mediante el análisis del levantamiento por el método NIOSH se evidencio que todas las tareas de levantamiento que son llevadas a cabo por el personal, presentan un riesgo ergonómico significativo, en el 87.5% de los casos es un riesgo moderado ya que presenta un índice de levantamiento que va de 1 a 3, pero en un caso específico presenta un riesgo elevado debido a factores como el alto peso de la carga (50 kg), el elevado recorrido vertical que recorre y la distancia horizontal a la que es sujeta la carga en el origen. Por otra parte, mediante la aplicación del análisis de la fuerza compresiva en el disco l5/s1 por la metodología FCD se logró comprobar que en diversos trabajadores se experimentan niveles de compresión desfavorables, específicamente el 75% está experimentando una compresión discal que sobrepasa de los límites establecidos (mayor a 350 kgf), de ese porcentaje el 25% presenta una compresión que supera los límites permisibles (mayor a 750 kgf) lo que representa un riesgo crítico para contraer algún tipo de lumbalgia.
- En base a los datos anteriores, se realizó una propuesta para bajar los riesgos en la que se desarrolló un manual para instruir y controlar a los trabajadores del área de envasado de la empresa en cómo se efectúa correctamente las tareas de levantamiento, a la par que se instruye en pausas activas que se encuentran destinadas a reducir la probabilidad del desarrollo de TME mediante la aplicación de ejercicios y estiramientos simples durante la jornada de trabajo de cada uno de los trabajadores.

### 6.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar un rediseño de los puestos de trabajo buscando minimizar el riesgo ergonómico que se presenta en las tareas de manipulación de cargas, para ello se recomienda tomar en cuenta diversos elementos como mesas elevadoras, o almacenar las cosas en sitios más elevados para evitar que se generen sobreesfuerzos innecesarios.
- Mediante la impartición de charlas y capacitaciones por parte de expertos se genere una concientización y entrenamiento para que el personal realice sus labores de manera correcta evitando posturas, movimientos repetitivos, giros, torsiones u otros movimientos del cuerpo que sean evitables.

- A partir de la implementación de pausas activas, de hidratación o ejercicios de hidratación se propone estandarizar las pausas que maneja el personal, con la finalidad de reducir la fatiga acumulada dentro de los trabajadores.
- Se recomienda la evaluación de los riesgos ergonómicos de manera más periódica. Los estudios a realizarse deben contemplar la presencia de malestares y un análisis biomecánico como el que se realizó en este trabajo.
- Finalmente, se recomienda la complementación del estudio mediante una evaluación de los movimientos repetitivos del personal de envasado. De esta manera, se obtendría una visión más extensa de las problemáticas que puedan presentarse en cuanto a riesgo ergonómico concierne.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, A. R. B., & García, A. M. (2017). Asociación entre la exposición laboral a factores psicosociales y la existencia de trastornos musculoesqueléticos en personal de enfermería: revisión sistemática y meta-análisis. *Revista española de salud pública*, 91, 1-27.
- Ayala Chamorro, J. P., & Jácome Montenegro, E. F. (2018). *Evaluación de los factores ergonómicos y su incidencia en los trastornos músculo esqueléticos en el área de postcosecha de la Empresa Rosely Flowers*. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Calahorrano Arias, C. F. (2017). *Incidencia de los factores psicosociales intralaborales en el estrés laboral de los trabajadores de una empresa comercial de productos odontológicos en Quito*. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Carrasquero, E. E. C. (2015). Adaptación y validación española del instrumento de percepción Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires (CMDQ). *Desarrollo gerencial*, 7(2), 36-46.
- Cevallos, M. A. C., Panamito, V. E. C., Torres, I. T., & Panchez, M. E. (2021). Análisis del riesgo ergonómico por manipulación manual de cargas en una empresa agrícola. *Dominio de las Ciencias*, 7(6), 413-428.
- Chung, C. K. K., Mareco, J. A. M., Vega, M. R. D., Brítez, M. Á. A., & Caballero, J. A. G. (2023). Revisión bibliográfica de los tipos de Ergonomía estudiadas en las publicaciones científicas localizadas en la Web of Science, 2019-2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 3088-3111.
- CSO (Cámara de Seguridad Ocupacional). (2023). *Ergonomía: Conceptos y clasificación*. Recuperado de [https://www.cso.go.cr/temas\\_de\\_interes/ergonomia.aspx](https://www.cso.go.cr/temas_de_interes/ergonomia.aspx)
- DeWitt, D. (2019). Todo sobre el segmento vertebral L5-S1 (articulación lumbosacra).
- Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación ergonómica del levantamiento de carga mediante la ecuación de Niosh. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 14-08-2025]. Disponible online: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>
- Drury, C. G., Roberts, D. P., Hansgen, R., & Bayman, J. R. (1983). Evaluation of a palletising aid. *Applied Ergonomics*, 14(4), 242-246. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(83\)90001-7](https://doi.org/10.1016/0003-6870(83)90001-7)
- Estrada Muñoz, J. (2016). Ergonomía básica. Ediciones de la U.
- Fernandez Alberto, Moroni Claudio, Gustavo Moron, & Dominguez Marcelo. (2020). 16.1 TRASTORNOS MUSCULO-ESQUELÉTICOS MIEMBRO SUPERIOR. GUIA DE ACTUACIÓN Y DIAGNÓSTICO

- García de las Heras B. Enfoque inicial de la hernia discal lumbar. ¿Qué hay que hacer y qué no?. *Rev Esp Traum Lab.* 2025;8(2):67-72. doi: 10.24129/j.retla.08216.fs2507011
- García Gérboles S. Tratamiento rehabilitador de la hernia discal lumbar. Evidencia científica. *Rev Esp Traum Lab.* 2025;8(2):85-96. doi: 10.24129/j.retla.08216.fs2508014.
- Garduño, A. M., & Ávila, J. M. J. (2023). Ventajas de la integridad biomecánica sacra durante la fusión lumbar y toracolumbar en pacientes sin patología del segmento L5-S1. *Cirugía de Columna*, 1(3), 158-167.
- Guachichulca Romero, J. B., & Titiana, L. Z. (2018). *Factores de riesgo ergonómico en el personal que labora en calzado, Gualaceo, 2018*. Universidad de Cuenca.
- Hedge, A., Morimoto, S., & McCrobie, D. (1999). Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires (CMDQ). Obtenido de Cornell University Ergonomics Web: <http://bit.ly/47jvzuD>
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2023). *Boletines estadísticos de Riesgos del Trabajo 2018–2023*. Quito: IESS.
- International Organization for Standardization. (2019). *ISO 9241-210: Ergonomía de la interacción persona-sistema. Diseño centrado en el ser humano para sistemas interactivos*. ISO.
- León-Vega, E., Castellón-Benavides, O. J., Escamilla-Gutiérrez, E., Castro, Á. I. S., Muñoz-Romero, I., Martínez-Anda, J. J., ... & De Leo-Vargas, R. A. (2022). Balance sagital en columna vertebral: conceptos y aplicación básica. *Anales Médicos de la Asociación Médica del Centro Médico ABC*, 67(4), 293-299.
- Llorca-Rubio, J. L., Llorca-Pellicer, L., & Llorca-Pellicer, M. (2015). *Manual de ergonomía aplicada a la prevención de riesgos laborales*. Ediciones Pirámide.
- Lomelí-Rivas, A., & Larrinúa-Betancourt, J. E. (2019). Biomecánica de la columna lumbar: un enfoque clínico. *Acta ortopédica mexicana*, 33(3), 185-191.
- Márquez, Á. J. F., Ordoñez, S. R., Lara, S. R., & Muñoz, R. Estudio evaluativo sobre posturas correctas para el rescate de personas.
- Meza Verdesoto, E. R. (2017). *Análisis de riesgo ergonómico por levantamiento manual de cargas en el proceso de soldadura de carrocerías y su incidencia en la producción de la empresa CGM ubicada en el DM Quito, provincia de Pichincha* (Bachelor's thesis, Universidad Tecnológica Indoamérica).

- Ministerio de Salud Pública. (2021). *Panorama nacional de salud de los trabajadores encuesta de condiciones de trabajo y salud 2021-2022*. Obtenido de <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/Panorama-Nacional-de-Salud-de-los-Trabajadores-Encuesta-de-Condiciones-de-Trabajo-y-Salud-2021-2022.pdf>
- Morales Sigcho, D. D. (2015). *Identificación, evaluación y propuesta de medidas de control del riesgo ergonómico biomecánico por levantamiento de cargas en el proceso de preparación en el área de bodega de Loginet Cia. LTDA* (Doctoral dissertation, Universidad Internacional SEK).
- Moreno Sánchez, C. L. (2018). *Evaluación de factores psicosociales y de doble presencia que afectan el desempeño laboral del personal de una empresa textil*. Universidad Central del Ecuador.
- Muñoz, J. E. (2016). *Ergonomía básica*. Ediciones de la U.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (1981). *Work practices guide for manual lifting* (NIOSH Publication No. 81-122). U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.
- Organización Mundial de la Salud. (08 de Febrero de 2021). *Trastornos musculoesqueléticos*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- Pazmiño Andrade, K. V. (2015). *Evaluación del riesgo ergonómico de movimientos repetitivos y posturas forzadas y su correlación con el dolor en el trabajo diario del personal del área de empaque de una industria farmacéutica*. Universidad San Francisco de Quito.
- Pincay Vera, M. E., Chiriboga Larrea, G. A., & Vega Falcón, V. (2021). Posturas inadecuadas y su incidencia en trastornos músculo esqueléticos. *Revista de la asociación española de especialistas en medicina del trabajo*, 30(2), 161-168.
- Pozo Eugenio, C. M. (2018). *Factores de riesgo psicosocial y desempeño laboral: el caso del área administrativa de la empresa Revestisa Cía. Ltda., de Quito*. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Ruiz Izquierdo, L. M., & Regalado, M. (2021). *Priorización de medidas de control conforme al análisis ergonómico por levantamiento manual de cargas en el puesto de bodeguero en una empresa de plástico de la ciudad de Guayaquil* (Doctoral dissertation, ESPOL. FIMCP).
- Sánchez, M. G. O. (2017). *Fundamentos de ergonomía*. Grupo editorial patria.

- Sandoval Checa, P. M., & Caballero De La Cruz, T. L. (2024). *Análisis ergonómico y evaluación de la salud musculoesquelética en estibadores del mercado mayorista de Ibarra* [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/16051>
- Sauter, M., Barthelme, J., Müller, C. *et al.* Manual handling of heavy loads and low back pain among different occupational groups: results of the 2018 BIBB/BAuA employment survey. *BMC Musculoskeletal Disord* **22**, 956 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04819-z>
- Sierra, I. A. J., Rincón, L. L., Dávila, C. P., Mora, J. A., & Jens, C. T. (2018). Anatomía de la columna vertebral en radiografía convencional. *Revista médica sanitas*, 21(1), 39-46.
- Torres, Y., & Rodríguez, Y. (2021). Surgimiento y evolución de la ergonomía como disciplina: reflexiones sobre la escuela de los factores humanos y la escuela de la ergonomía de la actividad. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 39(2).
- Torró García, P., Asiain Zelaia, A., & Catalán Calatayud, S. (2015). *Tipos de ergonomía*. Universitat Politècnica de València. [https://pablotorro2015.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/06/p1531\\_gm05-p1.pdf](https://pablotorro2015.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/06/p1531_gm05-p1.pdf)
- Valdivia, A. Á. (2024). Evaluación del riesgo en tareas de empuje y arrastre: ecuaciones LM-MMH.
- Villalta, K. A. E. (2016). *Influencia de posturas inadecuadas en la fatiga laboral de los trabajadores de una empresa manufacturera de Quito*. Universidad Central del Ecuador.

## ANEXOS

### Anexo 1

*Encuesta a los Trabajadores Aplicando el Test de Cornell CMDQ*



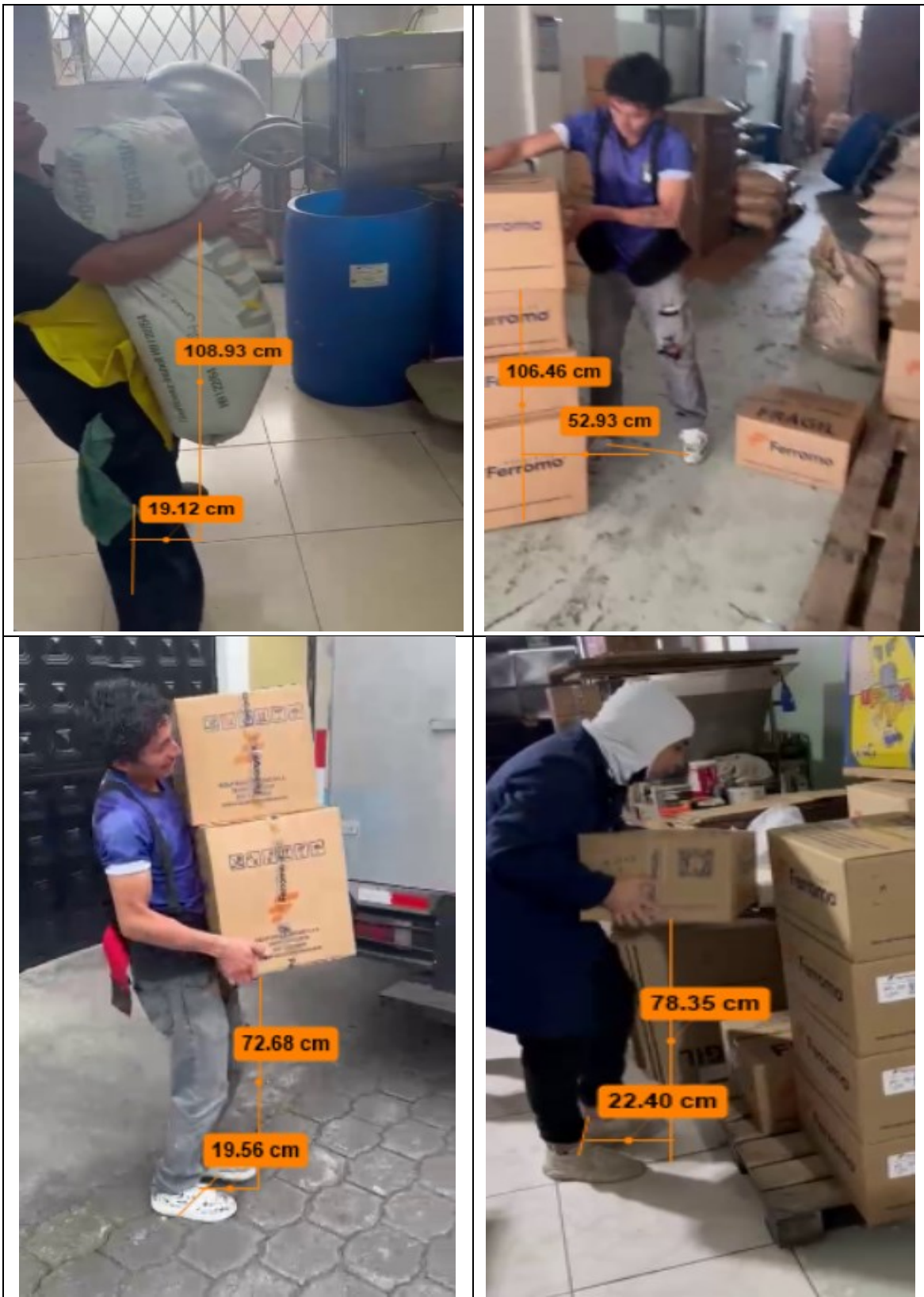
### Anexo 2

*Medición de la estatura de los trabajadores*



### Anexo 3

Medición de las Distancias Horizontales y Verticales para la Aplicación de la Ecuación de NIOSH



## Anexo 4

### Análisis Goniométrico Durante las Tareas de Levantamiento



## Anexo 5

### *Medición del Peso Corporal de los Trabajadores*



## Anexo 6

### *Agarres Malos realizados por el personal*





## Anexo 7 Cálculo del Test de Cornell

Autoguardado Test Cornell\_Final

Archivo Inicio WPS PDF Insertar Dibujar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Programador Ayuda Acrobat

Comentarios Compartir

U18

	Disconformidad corporal	Durante la última semana que tan a menudo experimentó dolores, molestias o incomfort en:				Si se experimentó dolor, que tan incómodo fue:			Si se experimentó una o más molestias o dolores, eso afectó en su desempeño laboral:		Puntuación	Evaluación
		Nunca	1-2 veces	3-4 veces	Diario o varias veces al día	Ligero o moderado	Severo	No	Alguno	Significativo		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												

Monica Cristian Romel Carlos Yahaira Jessica Alex Maricela

Accesibilidad: es necesario investigar

## Anexo 8

### Calculo del Método FCD

Datos	
Peso (kg)	60,8
Altura (m)	1,75
Angulo del tronco (°)	70,3
Angulo del brazo (°)	15,4
Angulo del antebrazo (°)	105,4
Peso Carga (kg)	50

Calculo de las Variables	
Formula	$X1=0,1010 \cdot E \cdot \text{sen}_1$
Valor	0,106404919
Formula	$X2=0,2537 \cdot E \cdot \text{sen}_1 + 0,0827 \cdot E \cdot \text{sen}_2$
Valor	0,425896783
Formula	$X3=0,2537 \cdot E \cdot \text{sen}_1 + 0,1890 \cdot E \cdot \text{sen}_2 + 0,082 \cdot E \cdot \text{sen}_3$
Valor	0,61706502
Formula	$X4=0,2537 \cdot E \cdot \text{sen}_1 + 0,1890 \cdot E \cdot \text{sen}_2 + 0,1907 \cdot E \cdot \text{sen}_3$
Valor	0,800461155

Fuera de Comprobación	
Formula	$FNE = (1,050 \cdot 10,202 \cdot P \cdot X1 + 0,062 \cdot 12 \cdot 0,05 \cdot P \cdot X3 + X4)$
Valor	090,5067219
Formula	$\text{sen} = FNE \cdot \text{sen}_1 / (FNE \cdot \text{cos}_1 + 0,4759 \cdot c)$
Valor	2,208400555
Angulo	65,63820235

Fuera de Comprobación	
Formula	$FC = FNE \cdot \text{sen}_1 / \text{sen}_2$
Valor	1023,798391

Nivel de riesgo	
Interpretación	Supera el riesgo establecido por la NIOSH, el trabajo no puede ser desarrollado en estas condiciones, se deben aplicar medidas correctivas obligatorias


## Anexo 9

### Cálculo del método NIOSH


	LC	HD		VM		DM		AM		FM	CH	LPR		P. Carga	IL	Interpretación	
	Origen	Destino	Origen	Destino	Origen	Destino	Origen	Destino	Origen	Destino	Origen	Destino	Origen	Destino			
2	23	34	25	15	74	15	74	0	8	0	8	1	11,19	18,02	33,52	2,9965	Podría generar malestares y dolencias en algunos trabajadores
3	23	32	58	0	72	0	72	0	0	0	0	1	13,80	6,10	16,16	2,6481	Podría generar malestares y dolencias en algunos trabajadores
4	23	50	25	15	151	15	151	0	0	0	0	1	7,31	13,41	50	6,8402	Es inaceptable, necesita modificaciones urgentes
5	23	30	40	76	15	76	15	8	0	1	1	1	18,04	10,54	19,36	1,8376	Podría generar malestares y dolencias en algunos trabajadores
6	23	28	26	86	15	86	15	0	0	0	0	1	15,49	14,82	18	1,2143	Podría generar malestares y dolencias en algunos trabajadores
7	23	25	42	78	15	78	15	0	10	0	0	1	19,63	9,69	19,36	1,9965	Podría generar malestares y dolencias en algunos trabajadores

## Anexo 10

### Manual de Levantamiento de Cargas


	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
		<b>Revisión:</b> 01
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	Página 1 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025

# **MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DEL ÁREA DE ENVASADO DE INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.**

	INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.	Cod: IF-SSO-MLC-001
		Revisión: 01
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	Página 2 de 17
		Fecha de Emisión 29/10/2025

## ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	66
2. ALCANCE.....	66
3. NORMATIVA DE REFERENCIA .....	66
4. DEFINICIONES .....	66
5. RESPONSABILIDADES .....	66
6. DESARROLLO DEL LEVANTAMIENTO .....	67

	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
		<b>Revisión:</b> 01
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Página</b> 3 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025

## 1. OBJETIVO

Establecer el método óptimo para la realización de los trabajos de levantamiento dentro del personal del área de envasado dentro de la empresa INDUSTRIAS FERROMO S.A.S. con la finalidad de reducir el riesgo de que se desarrollen trastornos musculoesqueléticos dentro del personal.

## 2. ALCANCE

El presente manual de levantamiento de cargas está destinado para ser aplicado dentro del personal del área de envasado de la empresa. Esto se debe a que son los que se encuentran expuestos a trabajos de levantamiento y descensos de cargas. Por esta razón, se establecen las metodologías y directrices ideales para que se realicen sus labores mitigando el riesgo de que desarrollen algún trastorno musculoesquelético.

## 3. NORMATIVA DE REFERENCIA

- NTE INEN-ISO 11228-1: Ergonomía – Manipulación manual de cargas: levantamiento y transporte
- Ecuación de NIOSH (NIOSH Lifting Equation)
- Manual de levantamiento de cargas INSHT

## 4. DEFINICIONES

**Carga:** Objeto o material que debe ser levantado, movido o sostenido manualmente.

**Levantamiento manual:** Acción de elevar una carga usando la fuerza humana, sin ayuda mecánica.

**Centro de gravedad:** Punto donde se concentra el peso de la carga y que debe mantenerse próximo al cuerpo.


**Trastorno Musculoesquelético (TME):** Alteración o lesión que afecta a los tejidos musculoesqueléticos (músculos, tendones, nervios, articulaciones, etc.).

## 5. RESPONSABILIDADES

### 5.1. Trabajadores

Cumplir lo expuesto en el presente manual de levantamiento de cargas.

### 5.2. Administrativo

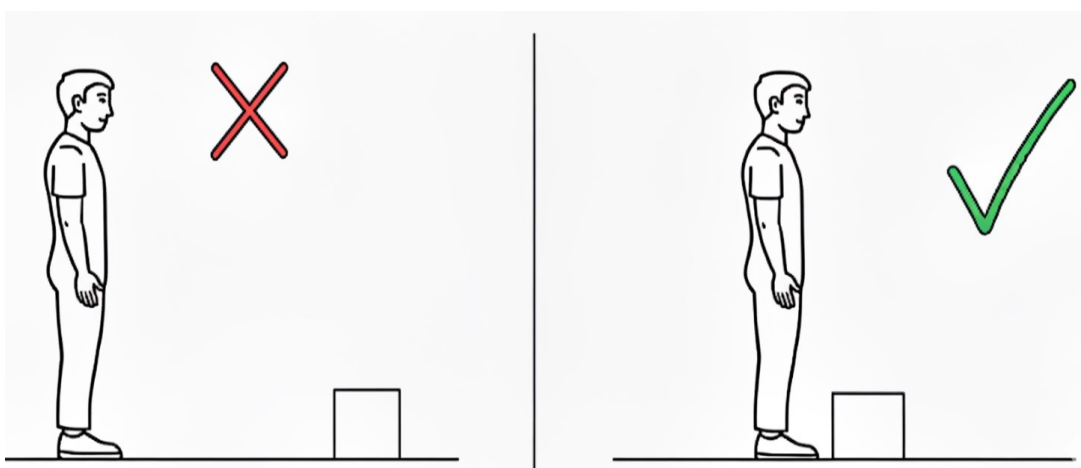
	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
		<b>Revisión:</b> 01
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Página</b> 4 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025

Supervisar y controlar que los trabajadores cumplan con los parámetros establecidos en el presente manual.

## 6. DESARROLLO DEL LEVANTAMIENTO


### 6.1 Preposicionamiento

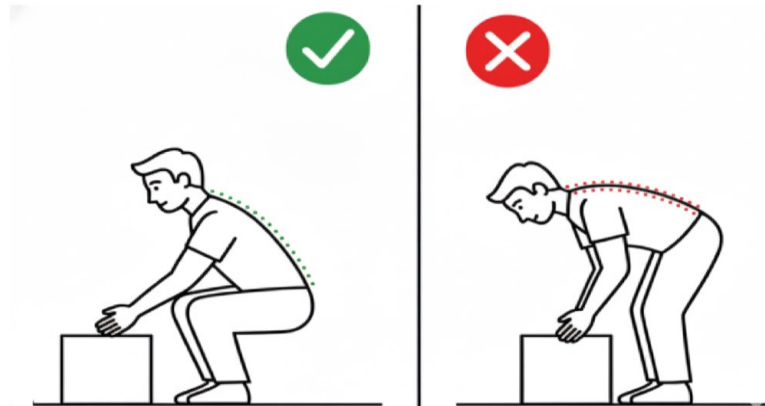
El trabajador que va a realizar el levantamiento debe de acercarse lo más posible de la carga, con la carga de manera frontal y se deben mantener las piernas separadas para mantener la estabilidad. Esto ayuda a reducir el esfuerzo permitiendo al trabajador que visualice y pueda tomar la carga con una postura correcta.



### 6.2 Recoger la carga

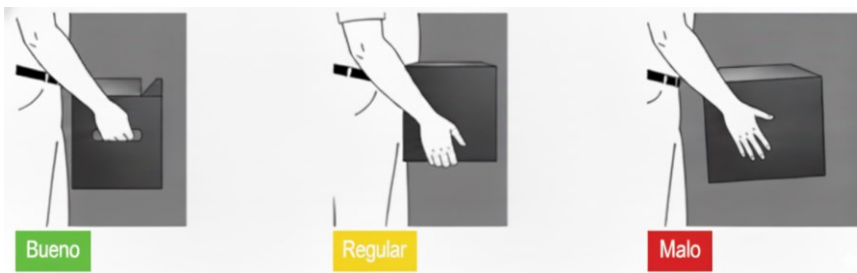
Se flexionan las rodillas, manteniendo la vista al frente y la espalda erguida. Se sujeta la carga con ambas manos para mantener una estabilidad corporal adecuada. Se debe procurar mantener los brazos y antebrazos lo menos flexionados posible. Con todas estas acciones se busca generar un posicionamiento ideal en la que se genere un esfuerzo menor en las articulaciones del cuerpo.

	INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.	Cod: IF-SSO-MLC-001
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	Revisión: 01
		Página 5 de 17
		Fecha de Emisión 29/10/2025




### 6.3 Agarre de la Carga

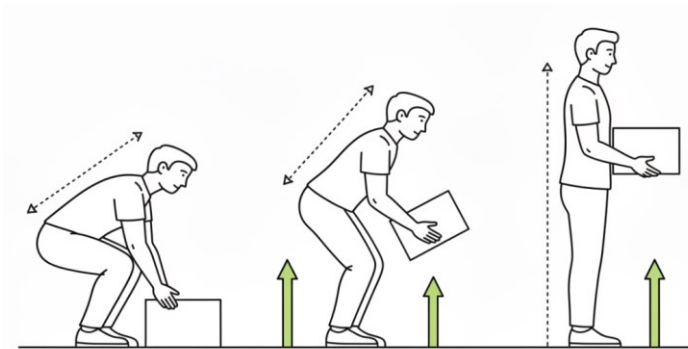
En este caso, como las cargas no presentan de un diseño óptimo con asideros para un mejor agarre, se debe sujetar la carga por la parte inferior formando un ángulo de 90° con las manos ya que permite que los dedos se mantengan firmes. Se debe evitar sujetar la carga lateralmente o realizar “pellizcos” en las extremidades de las cargas, debido a que se genera un sobreesfuerzo innecesario en las manos y los dedos lo que puede generar molestias en las articulaciones.



### 6.4 Manipulación de la carga

Una vez sujeta la carga, se manipula desde el origen a su destino mientras se mantiene la espalda erguida y levantando el cuerpo lentamente ejerciendo fuerza con las piernas. Esto hace que la fuerza que se aplique se mantenga lo más centrada del cuerpo y se aplique uniformemente, evitando la sobrecarga y esfuerzos en la espalda haciendo que se esfuercen más las piernas.

	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
		<b>Revisión:</b> 01
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Página</b> 6 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025



### 6.5 Levantamientos elevados

Para levantamientos en los que se realiza un largo recorrido (del suelo hasta sitios elevados como los hombros), deberán efectuarse en dos tiempos, primero se realiza el levantamiento desde la superficie hasta una parte intermedia del recorrido. A continuación se completa el recorrido hasta el destino.




### 6.6 Pausas Activas

Con la finalidad de reducir las tensiones musculares, se propone la inclusión de las pausas activas que se realizaran al cabo de 5 a 10 minutos por cada 2 horas que se laboren continuamente.

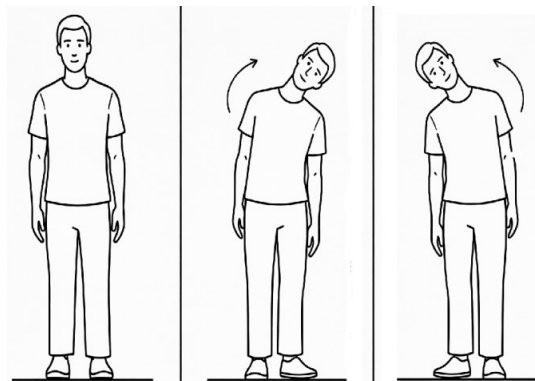
#### a) Zona cervical

En la zona del cuello y los trapecios tiende a acumularse demasiada tensión por la carga axial, las malas posturas o mantener una misma postura por tiempos prolongados y por hacer demasiados esfuerzos repetitivos. Con la finalidad de descomprimir la tensión, a la par que se

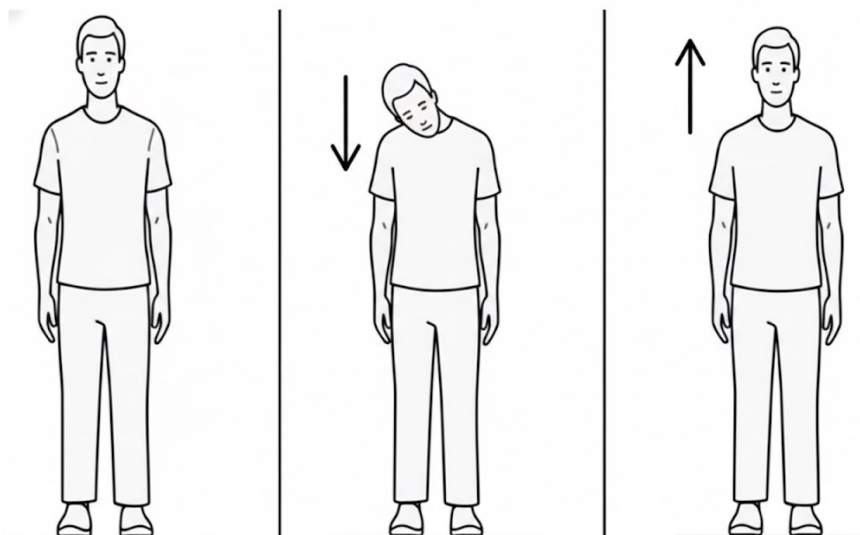
	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Revisión:</b> 01
		Página 7 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025


relajen los músculos y se reduce la rigidez cervical se recomienda aplicar los siguientes ejercicios:

**Inclinación lateral del cuello:** Manteniendo la espalda erguida y los hombros relajados, se inclina lentamente la cabeza hacia el lado derecho acercando la oreja al hombro (manteniéndolo firme). Se mantiene esta postura por 5 segundos y se repite el mismo movimiento para el lado izquierdo. Dicha actividad debe ser realizada 5 veces por cada lado.

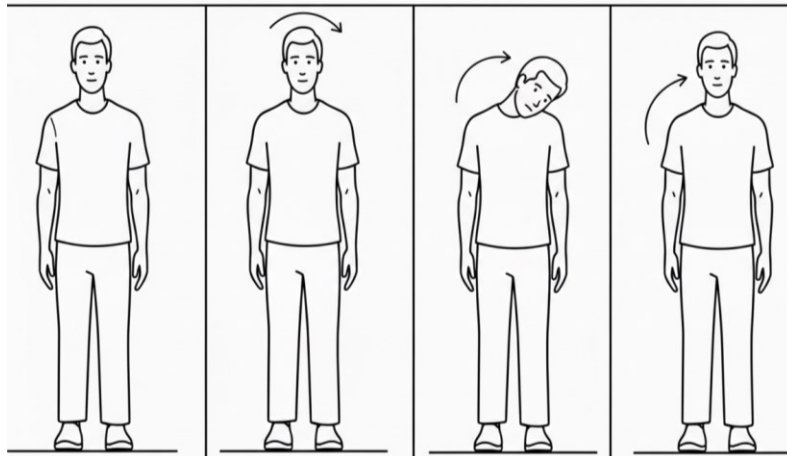


**Flexión y extensión cervical:** A partir de una posición neutral, se inclina la cabeza hacia adelante llevando el mentón hasta el pecho y se mantiene la postura durante 5 segundos. Se regresa la cabeza lentamente a su posición neutral y repetir este ejercicio 5 veces.



	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
		<b>Revisión:</b> 01
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Página</b> 8 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025

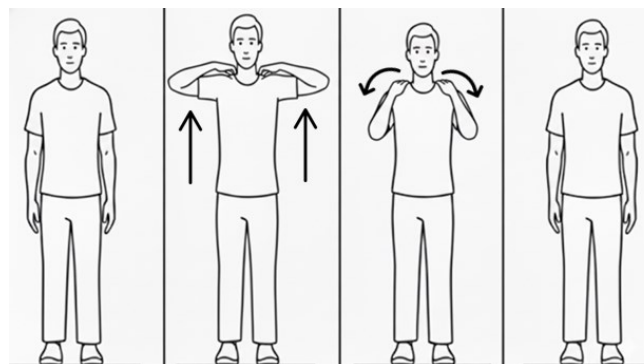
**Rotación del cuello:** Se gira lentamente la cabeza con un movimiento circular hacia la derecha. Se mantiene la cabeza por 5 segundos y regresar la cabeza a la posición neutral. Se repite lo mismo hacia el lado contrario y se repite 5 veces por cada lado.




**b) Zona superior**

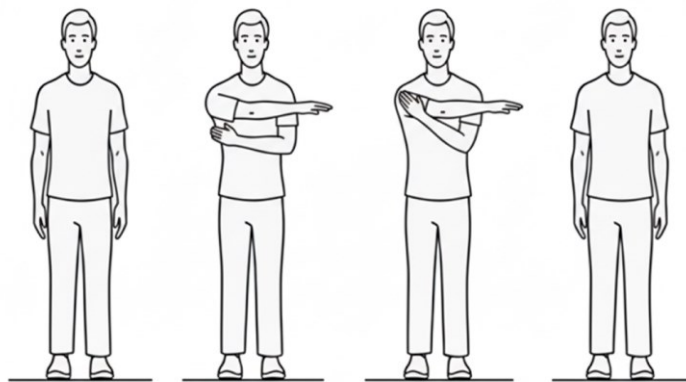
En esta región se concentra todos los esfuerzos que se realiza principalmente con las extremidades superiores razón por la que tiende a contener una alta sobrecarga muscular que se genera por los movimientos repetitivos, el manejo manual de cargas y las tareas de levantamiento.

**Rotación de Hombros:** Se elevan los hombros y con un movimiento circular se desplazan los hombros hasta atrás un total de 10 ocasiones. Se repite el mismo movimiento hacia adelante 10 veces más. Este ejercicio es beneficioso para reducir la tensión acumulada en los hombros.

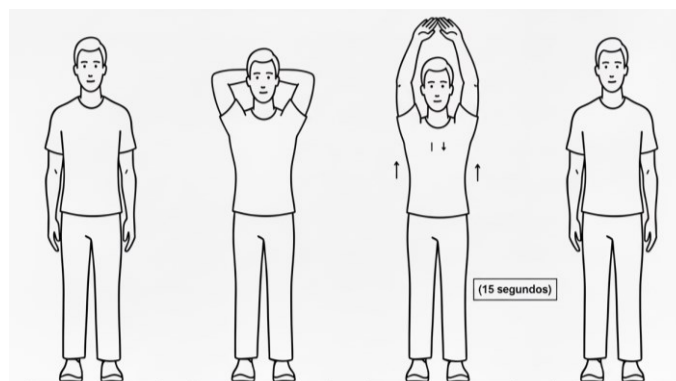


	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
		<b>Revisión:</b> 01
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Página</b> 9 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025

**Estiramiento cruzado de brazos:** Se eleva un brazo y se extiende por delante del pecho y con el brazo contrario se sujeta y se lo acerca lo que más se pueda al cuerpo y se mantiene esa postura por 15 segundos. Se repite el mismo procedimiento para el otro brazo. La aplicación de este ejercicio busca relajar la tensión acumulada en los hombros.




**Estiramiento dorsal superior:** Se elevan ambos brazos y se entrelazan los dedos de cada mano. A continuación, se estiran las manos hacia arriba mientras se mantiene la espalda erguida, manteniéndose por 15 segundos. Con esto se busca reducir la tensión en la espalda alta y los hombros.

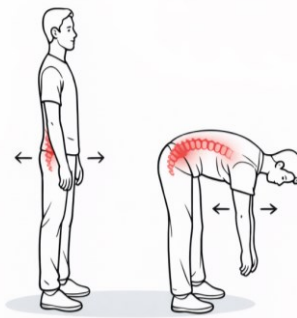


### c) **Columna vertebral y zona lumbar**

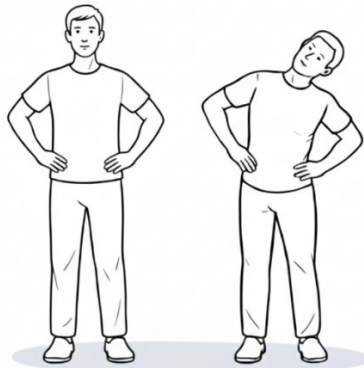
Esta zona es la que tiende a presentar diversas sobrecargas por malas posturas o por mantener la misma postura por tiempos prolongados, además de ser propenso a lesionarse por sobreesfuerzos innecesarios. Por tales motivos se recomienda ejercicios que relajen los músculos de esta zona y que ayuden a mejorar la movilidad de la misma.

	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
		<b>Revisión:</b> 01
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Página</b> 10 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025


**Flexión anterior del tronco:** Se separan los pies a la altura de los hombros, se inclina el tronco lentamente hacia adelante y se mantiene firme esta postura por 10 segundos. Se regresa lentamente el tronco a la posición neutral. Este ejercicio sirve para relajar la tensión de los músculos de la zona lumbar.

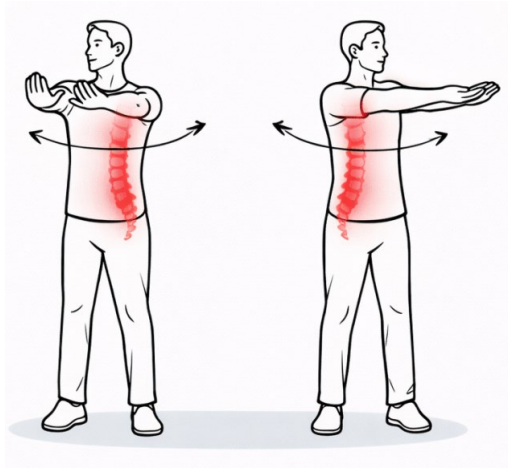


**Inclinación lateral del tronco:** Se colocan las manos sobre la cintura y se inclina el tronco hacia el lado derecho manteniéndose en esa postura por 5 segundos. Se repite el mismo movimiento hacia el lado izquierdo y se repite dicho procedimiento por 5 ocasiones. Este ejercicio ayuda principalmente con la movilidad de la columna.



**Rotación del tronco:** Mientras se mantiene una postura erguida, se elevan los brazos al frente y se gira el tronco suavemente a cada lado. Este ejercicio se repite por 10 ocasiones y sirve para disminuir la rigidez en la zona lumbar y dorsal.

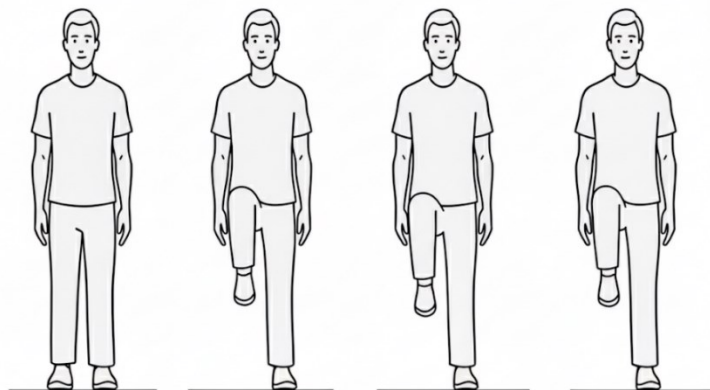
	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Revisión:</b> 01
		Página 11 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025




#### d) Cadera y piernas

Por los trabajos que se realizan continuamente de pie, o por los esfuerzos que pueden realizarse durante actividades como el levantamiento de cargas se pueden generar lesiones por la fatiga que se acumula progresivamente. Por tal motivo, se recomiendan ejercicios para relajar y reducir la carga contenida en esta zona.

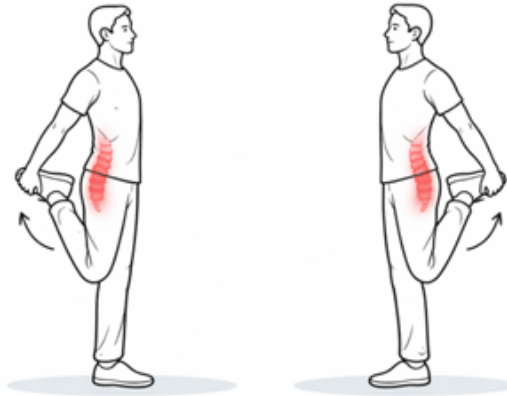
**Elevación de rodillas:** Se eleva una rodilla a la misma altura de la cadera y se mantiene esta postura por 2 segundos. Se repite este procedimiento con la otra pierna, y se repite el procedimiento por 10 ocasiones. Este ejercicio es útil para mejorar la movilidad en las articulaciones y reducir la rigidez muscular



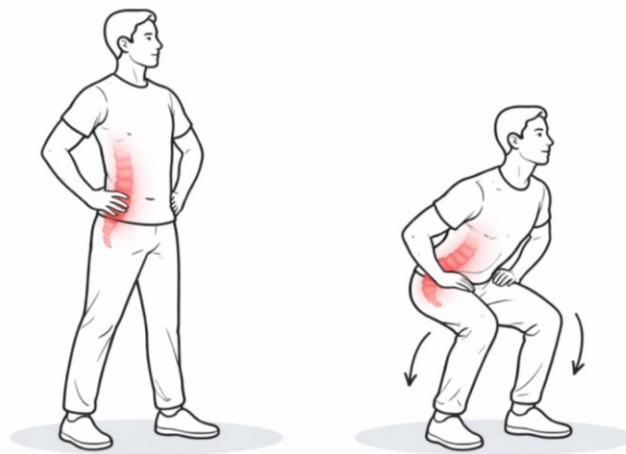
**Estiramiento de cuádriceps:** Se sujeta el tobillo y se lleva el talón al glúteo a la par que se mantiene la espalda recta. Se debe mantener esta postura por 15 segundos y se repite el

	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
		<b>Revisión:</b> 01
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Página</b> 12 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025

procedimiento con la pierna contraria. Mejora la movilidad y relaja la carga en los músculos de las piernas.




**Flexión de rodillas:** Se separan los pies al mismo ancho de los hombros. Se flexionan ligeramente las rodillas como si fuera una sentadilla corta y se regresa lentamente. Este procedimiento debe repetirse por 10 ocasiones y es útil para activar los músculos y dar un soporte a la zona lumbar.



#### e) **Manos y muñecas**

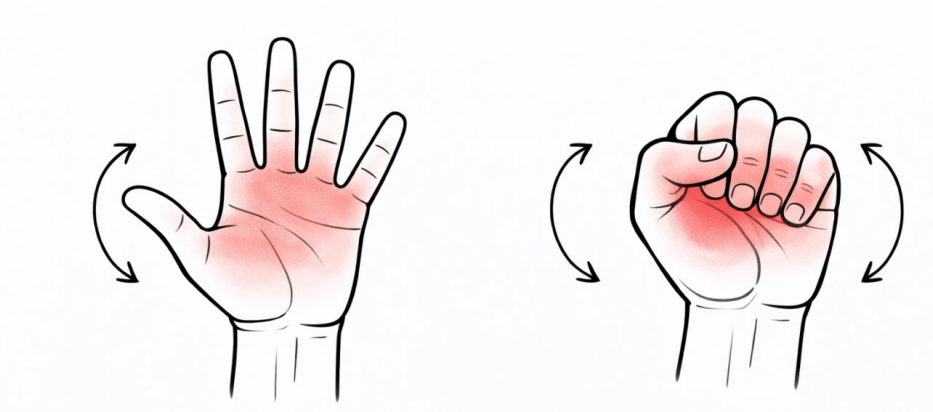
Esta zona tiende a fatigarse principalmente por el sobreesfuerzo y los movimientos repetitivos. Por dicha razón se deben aplicar ejercicios que descompriman las cargas acumuladas a la par que se relajan las articulaciones de esta zona.

	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Revisión:</b> 01
		<b>Página</b> 13 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025


**Rotación de muñecas:** Se extienden las manos y se rotan las muñecas por 15 sentidos a la derecha. Se repite el mismo procedimiento pero en el sentido contrario. Este ejercicio sirve para reducir la rigidez por el uso continuo de las manos y se mejora la movilidad articular de las muñecas.

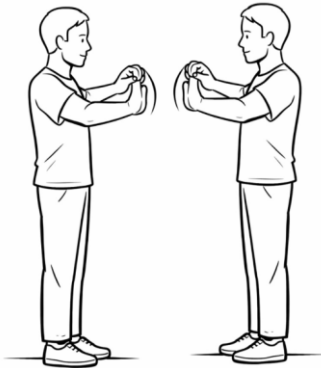


**Apertura y cierre de manos:** Se abren y se cierran las manos por 15 ocasiones aplicando una fuerza moderada. Esto es beneficioso para mejorar la circulación en la mano y los dedos reduciendo así la fatiga y se previenen entumecimientos repentinos que pueden presentarse.



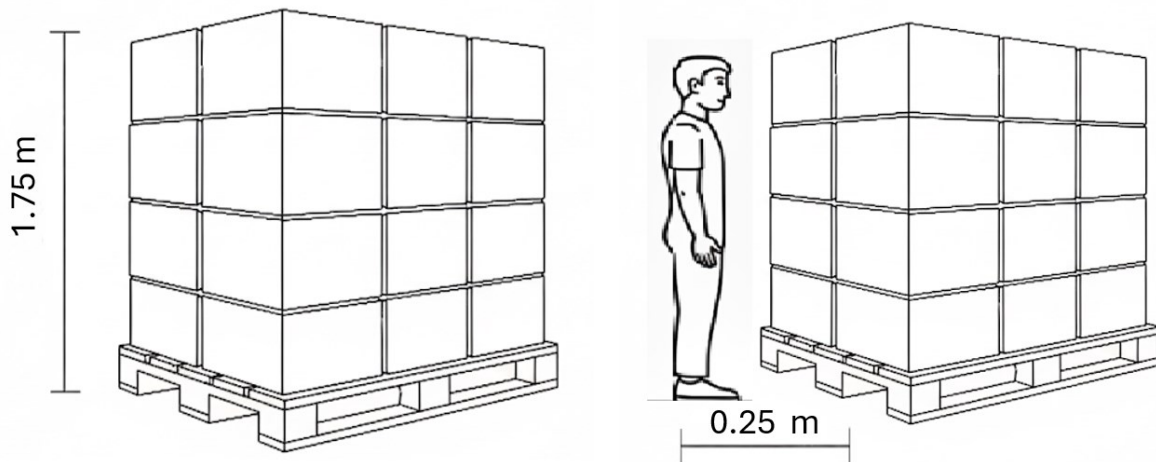
**Estiramiento de dedos:** Con una mano se estiran levemente los dedos de la mano contraria hacia atrás y lo mantiene por 10 segundos. Se repite la misma acción con la mano contraria. Con esto se busca reducir la tensión que se acumula en tendones y ligamentos a la par que se mejora la flexión en los dedos.

	INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.	Cod: IF-SSO-MLC-001
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	Revisión: 01
		Página 14 de 17
		Fecha de Emisión 29/10/2025




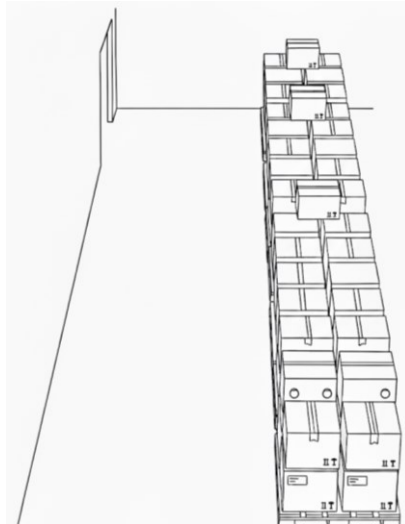
### 6.7 Consideraciones en el almacenamiento

**Distancias:** La distancia vertical máxima en la que se debe apilar es de 175 cm según la Niosh, además debe de ser accesible a los trabajadores para que los trabajadores no tengan que exceder los 25 cm desde su cuerpo. Al sobrepasar estos valores se ejerce un sobreesfuerzo muscular.

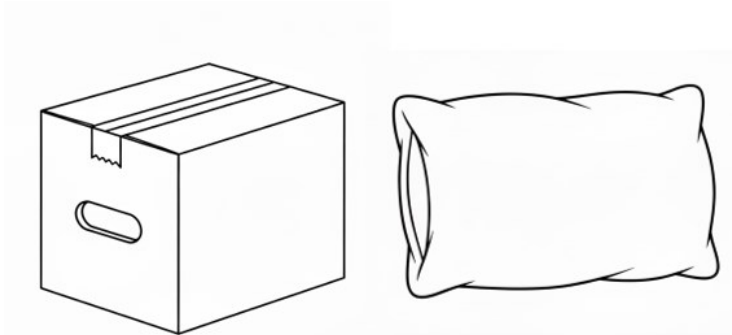


**Almacenamiento:** El decreto 2393 establece que las cargas deben posicionarse de manera firme y ordenada, además deben de ser accesible manteniendo todas las zonas de circulación despejadas. Debe evitarse la colocación de objetos que puedan provocar caídas, golpes o atrapamientos en el área de almacenamiento. Además debe contar con toda la señalización adecuada para guiar al personal ante cualquier elemento adverso.

	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
		<b>Revisión:</b> 01
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Página</b> 15 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025




**Diseño de la carga:** En el caso de las cajas estas no deben ser completamente lisas, sino que deben presentar de agarraderas laterales con asas troqueladas del tamaño adecuado y bordes redondeados para facilitar su manipulación. Además las cargas no deben superar los 23 Kg por recomendaciones de la NIOSH. En el caso de los sacos se debe constatar que estos sean elaborados de un material que sea antideslizante, además de presentar costuras resistentes para evitar deformaciones que provoquen un sobreesfuerzo en el trabajador. En el caso de los sacos y las cajas se debe considerar que sean de una anchura baja para evitar que se tenga que abrir demasiado los brazos



### 6.8 Enfermedades profesionales derivadas del levantamiento de cargas

Las enfermedades profesionales que se derivan del levantamiento de cargas se reflejan en diversas regiones del cuerpo, esto se debe a que se al ser una tarea demandante esta genera sobrecargas que derivan en molestias o TME.

	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
		<b>Revisión:</b> 01
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Página</b> 16 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025

### **Región Lumbar:**


- **Lumbalgia mecánica:** Es un dolor persistente en la región lumbar originado por sobrecarga muscular y tensiones en los ligamentos blandos de la zona. Esto desemboca en un dolor profundo y localizado que limita las funcionalidades al provocar una rigidez corporal.
- **Problemas discales:** En primer lugar, la hernia discal consiste en la protrusión o salida del núcleo pulposo del disco intervertebral, lo que puede comprimir estructuras nerviosas. Por otra parte también se puede generar una protrusión discal por el desgaste progresivo derivado de los microtraumatismos repetitivos y la sobrecarga mecánica. Los problemas discales pueden derivar en la ciática laboral al comprimirse una raíz nerviosa, lo que genera adormecimientos musculares y un dolor irradiante que abarca desde la zona lumbar hasta las piernas.

### **Extremidades superiores:**

- **Manguito rotador:** Es la inflamación de los tendones del hombro generada por sobreesfuerzos en la parte superior del hombro. Esto genera complicaciones en la movilidad del brazo limitando las elevaciones del mismo y disminuyendo la fuerza del brazo de manera considerable.
- **Epicondilitis:** En una inflamación en los tendones que rodean el codo. Esto se produce generalmente por los malos agarres o por sostener cargas por tiempos prolongados. Esto desemboca en una disminución considerable en la fuerza de la mano y genera un dolor agudo en la parte exterior del codo.
- **Túnel carpiano:** Se desarrolla por la compresión del nervio mediano a través del canal osteofibroso de la cara anterior a la muñeca. Esto se genera por la exposición a movimientos repetitivos y al sobreesfuerzo provocado por malas posturas de la muñeca. Generalmente provoca dolores en la muñeca que pueden extenderse al antebrazo, acompañado de hormigueos y debilitación en la mano y los dedos.

### **Extremidades inferiores:**

- **Gonalgia mecánica:** Es el dolor que se presenta en la articulación de la rodilla y que se produce por una mala técnica o por la flexión excesiva de la rodilla bajo pesos considerables, esto provoca un desgaste del cartílago provocando una rigidez articular y dolores agudos al flexionar las piernas.
- **Lesión meniscal:** En una inflamación o desgarró en los meniscos que amortiguan a la rodilla. Generalmente se desarrolla por el giro o por posturas inestables de la pierna. Esto

	<b>INDUSTRIAS FERROMO S.A.S.</b>	<b>Cod:</b> IF-SSO-MLC-001
		<b>Revisión:</b> 01
	<b>MANUAL DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS PARA EL PERSONAL DE ENVASADO</b>	<b>Página</b> 17 de 17
		<b>Fecha de Emisión</b> 29/10/2025

produce un dolor localizado en la zona inferior de la rodilla a la par que suele ser acompañado por la sensación de bloque en el movimiento de la rodilla.

- **Tendinitis rotuliana:** Es la inflamación en el tendón que conecta la rótula con la tibia. Se desarrolla por los microtraumatismos repetitivos. Esto provoca un dolor intenso en la parte inferior de la rodilla a la par que presenta una debilitación y rigidez en las rodillas.

## Anexo 11

Normativa Nacional para levantamiento de cargas



Quito – Ecuador

NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIA  
NA

NTE INEN-ISO  
11228-1

Primera edición  
2014-01

**ERGONOMÍA. MANIPULACIÓN MANUAL. PARTE 1:  
LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE (ISO 11228-1:2003, IDT)**

ERGONOMICS. MANUAL HANDLING. PART 1: LIFTING AND CARRYING  
(ISO 11228-1:2003, IDT)

Correspondencia:

Esta norma nacional es una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO 11228-1:2003

DESCRIPTORES: Ergonomía; manipulación manual; levantamiento; transporte; frecuencia ICS:  
13.180.00

33  
Páginas

© ISO 2003 – Todos los derechos reservados  
© INEN 2014

## Prólogo nacional

Esta Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 11228-1:2003 es una traducción idéntica de la norma internacional ISO 11228-1:2003 “*Ergonomics. Manual handling. Part 1: Lifting and carrying*”. El comité responsable de esta norma Técnica Ecuatoriana y de su traducción es el Comité Interno del INEN.

Para el propósito de esta Norma Técnica Ecuatoriana se ha hecho el siguiente cambio editorial:

- a) Las palabras “esta Norma Internacional” ha sido reemplazadas por “esta norma nacional”.

Para el propósito de esta Norma Técnica Ecuatoriana se enlistan los documentos normativos internacionales que se referencian en la Norma Internacional ISO 11228-1:2003, para el cual no existe un documento normativo nacional correspondiente:

## Documento Normativo Internacional

*ISO/IEC Guide 51, Safety aspects — Guidelines for their inclusion in standards ISO 7250:1996, Basic human body measurements for technological design ISO 14121, Safety of machinery — Principles of risk assessment*

*EN 1005-2, Safety of machinery — Human physical performance — Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Para ser publicada

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Prologo .....	1
Introducción .....	1
1. Objeto .....	1
2. Normas de referencia .....	1
3. Términos y definiciones.....	1
4. Recomendación.....	3
4.1 Introducción.....	3
4.2 Enfoque ergonómico .....	3
4.3 Estimación y valoración del riesgo.....	4
4.3.1 Estimación y valoración del riesgo.....	4
4.3.2 Estimación y valoración del riesgo.....	6
4.4 Reducción del riesgo .....	6
4.5 Consideraciones adicionales.....	6
Anexo A (informativo) Enfoque ergonómico .....	8
Anexo B (informativo) Ejemplos de manipulación manual de objetos .....	18
Anexo C (informativo) Masa de referencia.....	22
Bibliografía .....	23

## Prólogo

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

Las Normas Internacionales se redactan de acuerdo con las reglas establecidas en las Directivas ISO/IEC, Parte 2.

La tarea principal de los comités técnicos es preparar Normas Internacionales. Los Proyectos de Normas Internacionales adoptados por los comités técnicos son enviados a los organismos miembros para su votación. La publicación como Norma Internacional requiere la aprobación por al menos el 75 % de los organismos miembros con derecho a voto.

Se llama la atención a la posibilidad de que algunos de los elementos de esta norma puede ser objeto de derechos de patente. ISO no se hace responsable de la identificación de cualquiera o todos los derechos de dichas patentes.

La norma internacional ISO 11228-1 fue preparada por el Comité Técnico ISO/TC 159, *Ergonomía*, Subcomité SC 3, *Antropometría y biomecánica*.

ISO 11228 consiste de las siguientes partes, bajo el título general *Ergonomía, Manipulación manual*:

-*Parte 1: Elevación y transporte.*

-*Parte 2: Empujar y halar.*

-*Parte 3: Manipulación de cargas de baja a alta frecuencia.*

## Introducción

Las tres partes de la norma ISO 11228 establece recomendaciones ergonómicas para diferentes tareas de manipulación manual. Todas las partes se aplican a este tipo de actividades profesionales y no profesionales. Las normas proporcionarán información para los diseñadores, los empleadores, los empleados y otras personas involucradas en el trabajo, trabajo y diseño de productos. Está conectado con la norma ISO 11226.

Esta parte de la ISO 11228 es la primera norma internacional sobre la manipulación manual.

Los trastornos del sistema musculo esquelético son comunes en todo el mundo y uno de los trastornos más frecuentes en la salud laboral.

Factores tales como el tamaño y la masa del objeto que se manipula, la postura de trabajo , y la frecuencia y la duración de la manipulación manual pueden por sí solo , o en combinación , conducen a una actividad de manipulación de peligrosos y corresponden a el riesgo de trastornos musculo esqueléticos .

Es conveniente especificar los límites recomendados para la masa de los objetos en combinación con las posturas de trabajo , y la frecuencia y duración de la manipulación manual de las cuales las personas pueden esperarse razonablemente que ejercer en la realización de actividades relacionadas con la manipulación manual.

Un enfoque ergonómico tiene un impacto significativo en la reducción de los riesgos de levantar y cargar. De especial relevancia es un buen diseño de la obra, sobre todo las tareas y el lugar de trabajo, que puede incluir el uso de herramientas de ayuda adecuadas.

Esta parte de la Norma ISO 11228 proporciona un enfoque paso a paso para la estimación de los riesgos para la salud de levantamiento manual y la realización; a cada paso, se proponen límites recomendados. Además, una guía práctica para la organización ergonómica del manejo manual se da en los anexos A, B y C.

El modelo de evaluación de riesgos presentado permite estimar el riesgo asociado a una tarea manual de manejo de materiales.

Tiene en cuenta los peligros (condiciones desfavorables) relacionados con el levantamiento manual y el tiempo empleado en las actividades de manejo manual. Condiciones desfavorables podrían ser elevadas masas a ser manipuladas o posturas incómodas requeridas durante el proceso de elevación, tales como troncos retorcidos o doblados o confines. Esta parte de la Norma ISO 11228 proporciona

información tanto sobre el levantamiento repetitivo y no repetitivo.

Los límites recomendados proporcionados están basados en la integración de los datos derivados de los cuatro principales enfoques de investigación, a saber, la epidemiológica, la biomecánica, el fisiológico y el enfoque psicofísico .

## **Ergonomía**

### **Manipulación manual**

#### **Parte 1: Levantamiento y transporte**

## **1. Objeto**

Esta norma especifica los límites recomendados para el levantamiento y transporte manual teniendo en cuenta, respectivamente, la intensidad, la frecuencia y la duración de la tarea. Está diseñada para ofrecer orientación sobre la evaluación de varias variables de tarea y permitir la evaluación de los riesgos para la salud de la población trabajadora.

Esta norma se aplica al levantamiento manual de objetos con una masa de 3 kg. ó más.

Esta norma se aplica a velocidad de marcha moderada, es decir de 0,5 m/s a 1,0 m/s sobre una superficie plana horizontal.

Esta norma no incluye el sostenimiento de objetos (sin marcha), el empuje o halado de objetos, el levantamiento con una mano, la manipulación manual en posición sentada ni el levantamiento por dos o más personas. El sostenimiento, empuje y halado de objetos se incluye en otras normas relacionadas con este tema.

Esta norma tiene como base un día laboral de 8 h. No trata el análisis de tareas combinadas en un turno durante un día.

## **2. Normas de referencia**

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

*ISO/IEC Guide 51, Safety aspects — Guidelines for their inclusion in*

*standards ISO 7250:1996, Basic human body measurements for*

*technological design ISO 14121, Safety of machinery — Principles of risk*

*assessment*

*EN 1005-2, Safety of machinery — Human physical performance — Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery<sup>2</sup>*

### 3. Términos y definiciones

Para los propósitos de esta norma, se aplican las siguientes definiciones

#### 3.1 Manipulación manual.

Cualquier actividad que requiera el uso de fuerza humana para levantar, bajar, transportar o de otro modo mover o controlar un objeto.

NOTA Esto incluye la manipulación de personas o animales.

#### 3.2 Levantamiento manual.

Movimiento de un objeto desde su posición inicial hasta una posición más alta, sin ayuda mecánica.

NOTA Esto incluye la manipulación de personas o animales.

#### 3.3 Descenso manual.

Movimiento de un objeto desde su posición inicial hasta una posición más baja, sin ayuda mecánica.

NOTA Esto incluye la manipulación de personas o animales.

#### 3.4 Transporte manual.

Desplazamiento de un objeto de un lugar a otro cuando permanece levantado, horizontalmente y soportado mediante fuerza humana.

NOTA Esto incluye la manipulación de personas o animales.

#### 3.5 Postura ideal para manipulación manual.

Posición de pie de manera simétrica y vertical, manteniendo la distancia horizontal entre el centro de la masa del objeto que se está manipulando y el centro de la masa del trabajador a menos de 0,25 m y la altura del agarre a menos de 0,25 m por encima de la altura del nudillo.

NOTA 1 La ubicación del centro de masa del objeto está aproximadamente en la proyección vertical del punto medio de la línea entre las manos y el lugar de agarre. La ubicación de la proyección del centro de masa del trabajador está aproximadamente cerca del punto medio de la línea entre los puntos interiores de los tobillos. (ver figura A1 y A2)

NOTA 2 Para medidas antropométricas, Ver la norma ISO 7250.

#### 3.6 Condiciones ambientales desfavorables.

Condiciones que proporcionan un riesgo adicional para la tarea de levantamiento o transporte.

EJEMPLOS Ambiente caliente o frío, piso resbaloso, desniveles, entre otros.

### 3.7 Condiciones ideales para la manipulación manual.

Condiciones que incluyen la postura ideal para la manipulación manual, un agarre firme del objeto en postura neutra de muñeca y condiciones ambientales favorables.

### 3.8 Manipulación repetitiva.

Manipulación de un objeto más de una vez cada 5 min.

### 3.9 Plano medio-sagital.

Plano vertical en la dirección antero-posterior que divide una persona suponiendo una postura corporal neutra en mitades iguales derecha e izquierda.

Ver la Figura A.2

### 3.10 Postura corporal neutra.

Postura de pie derecha con los brazos suspendidos libremente a cada lado del cuerpo.

### 3.11 Plano de asimetría.

Plano vertical que atraviesa el punto medio de la línea entre los huesos del tobillo interior (Punto f Figura A.2) y la proyección vertical del centro de gravedad de la carga (punto e Figura A.2), cuando la carga se encuentra en su desplazamiento más extremo desde el plano neutral medio-sagital.

### 3.12 Ángulo de asimetría.

Ángulo formado entre las líneas que resultan de las intersecciones del plano medio-sagital y el plano de asimetría. (Ángulo alfa Figura A.2).

NOTA Si los pies cambian de posición durante la secuencia de levantamiento / descenso, se deben determinar los planos referentes en el punto de la secuencia de acción donde se encuentra el grado mayor de giro asimétrico (Ver la Figura A.2).

### 3.13 Masa de referencia.

Masa que se considera adecuada para emplear con una población de usuarios identificados durante la aplicación del método de evaluación de riesgo aquí descrito.

### 3.14 Masa acumulada.

Producto de la masa transportada y la frecuencia de transporte.

NOTA La masa acumulada para transporte se define de forma independiente en kilogramos por minuto lo cual representa el riesgo a corto plazo, en kilogramos por hora, que representa el riesgo a plazo mediano y en kilogramos por 8 h, que representa el riesgo a largo plazo.

## 4. Recomendación

### 4.1 Introducción

Este numeral ofrece información para la evaluación del levantamiento y transporte manual.

### 4.2 Enfoque ergonómico

En aquellos casos donde no se puede evitar el levantamiento y transporte manual, se debería realizar una evaluación de riesgos para la salud y la seguridad teniendo en cuenta la masa del objeto, el agarre del objeto, la posición del objeto en relación con la posición del cuerpo y la frecuencia y duración de una tarea específica.

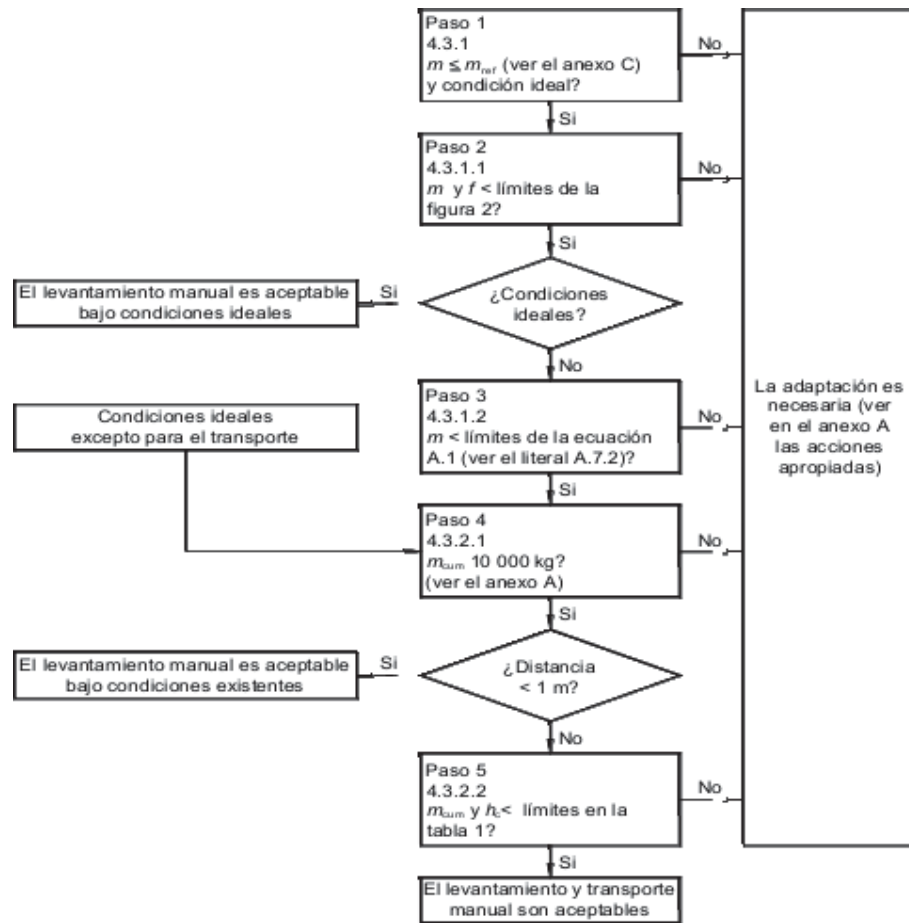
Se puede realizar la evaluación del riesgo con un método por pasos (Ver la Figura 1). En cada paso sucesivo, el evaluador debe juzgar los aspectos interrelacionados de las diversas tareas. Se hace énfasis en que los empleadores deberían proporcionar a sus empleados la información, capacitación y entrenamiento adecuados para todas las situaciones que trata esta norma. Los empleados y demás pueden disminuir el riesgo de lesión al adoptar formas seguras de manipulación manual (Ver el Anexo A).

La evaluación del riesgo consta de cuatro pasos: reconocimiento del peligro, identificación del peligro, estimación y valoración del riesgo, de acuerdo con la norma ISO 14121, EN 1005-2 y la Guía 51 de ISO/IEC. Para información relacionada con la identificación de peligros Ver el Anexo A.

Si se exceden los límites recomendados, se deberían tomar medidas para evitar que la tarea se realice manualmente o adaptar la tarea de manera tal que se satisfagan todas las preguntas del modelo por pasos. El objetivo principal de la reducción del riesgo es tomar medidas para mejorar el diseño de las operaciones de manipulación manual, la tarea, el objeto y el ambiente de trabajo en relación con las características de los individuos, según resulte apropiado. No se debería suponer que el solo suministro de información y capacitación garanticen la manipulación segura (Ver el Anexo A).

### 4.3 Estimación y valoración del riesgo

El modelo por pasos ilustrado en la Figura 1 describe los procedimientos para manejar aspectos interrelacionados del levantamiento y transporte manual (véanse los numerales 4.3.1 y 4.3.2).



- $m$  masa del objeto que se va a levantar
- $m_{ref}$  masa de referencia para grupo de población de usuarios identificado
- $f$  frecuencia
- $m_{cum}$  masa acumulada
- $h_c$  distancia (de transporte)

Figura 1. Modelo por pasos

#### 4.3.1 Levantamiento manual

Un análisis inicial de levantamiento manual no repetitivo en condiciones ideales requiere la determinación de la masa del objeto (Ver el Paso 1). En el Anexo C se presenta el límite recomendado para la masa del objeto. El Paso 1 ofrece orientación general para diseñadores y empleadores. Para tener información adicional, Ver el literal A.7.

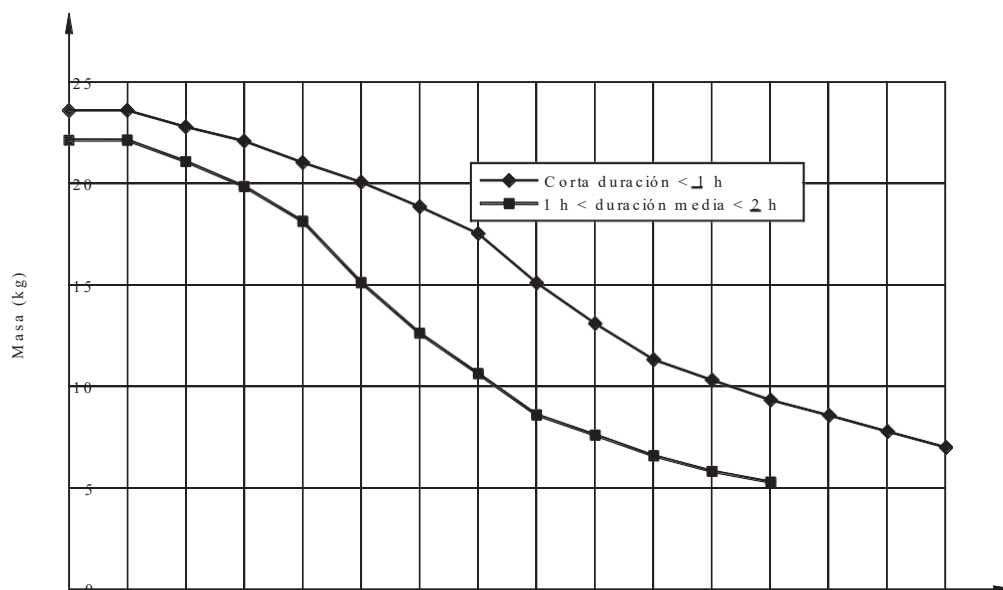
El análisis de tareas repetitivas requiere determinar la masa del objeto en combinación con la frecuencia de levantamiento (Ver el Paso 2; 4.3.1.1). Cuando no se exceden los límites para masa y frecuencia, se continúa con el Paso 3; de otro modo, es necesaria la adaptación (Ver el Anexo A). Para análisis de tareas de levantamiento en posturas no ideales, se debería emplear el Paso 3; 4.3.1.2

Para analizar la masa acumulada por día para levantamiento manual (Ver el Paso 4), se deberían aplicar los límites recomendados en el numeral 4.3.2.1.

##### 4.3.1.1 Límites recomendados para masa y frecuencia (Paso 2)

En la Figura 2 se presenta el límite superior recomendado de frecuencia para levantamiento manual repetitivo en condiciones ideales, teniendo en cuenta la masa del objeto. La Figura 2 contiene gráficos para duraciones de levantamiento menores o iguales a 1 h por día y duraciones de 1 h a 2 h por día respectivamente. La frecuencia de levantamiento máxima absoluta es 15 levantamientos por minuto. En este caso, la duración total de levantamientos no debe exceder 1 h por día y la masa del objeto no debe exceder los 7 kg.

Para levantamiento manual repetitivo en condiciones ideales, el Paso 2 debería ser suficiente, de otra manera se debe continuar con el Paso 3.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15  
Frecuencia,  $f$  (levantamientos/m.in.)

Figura 2. Frecuencia máxima para levantamiento manual en relación con la masa del objeto en condiciones ideales para dos duraciones de levantamiento diferentes, correspondiente a la Tabla A.1

#### 4.3.1.2 Límites recomendados para frecuencia de masa y posición del objeto (Paso 3)

Se deben emplear las ecuaciones del literal A.7 para determinar los límites recomendados para la masa de los objetos en relación con la postura de trabajo/posición del objeto y frecuencia y duración de levantamiento. En el literal A.7 se presentan varias suposiciones que deben tenerse en cuenta. Dadas estas variables, si se excede el límite recomendado para manipulación, entonces se debe adaptar la tarea cambiando la masa, la frecuencia de levantamiento, la duración de levantamiento o la posición del objeto.

#### 4.3.2 Masa acumulada de levantamiento y transporte manual

Para el análisis de la masa acumulada del transporte y levantamiento manual por día (Ver el Paso 4, 4.3.2.1), se deberían emplear inicialmente los límites recomendados en el numeral 4.3.1.1. Para determinar la masa acumulada del transporte en relación con la distancia, diríjase al numeral 4.3.2.2 (Paso 5). Para que un objeto sea transportado por una distancia modesta (uno ó dos pasos), se deben aplicar los límites para levantamiento. Además, existen límites recomendados para la masa acumulada total dada para 1 h ó 8 h de un día laboral.

##### 4.3.2.1 Límite recomendado para masa acumulada por día (Paso 4)

La masa acumulada se calcula como un producto de masa y frecuencia de transporte. Estos dos valores se limitan en los Pasos 1 y 2. De esta manera, la referencia de masa nunca debe exceder los 25 kg y la frecuencia de transporte nunca debe exceder las 15 veces/min. Bajo condiciones ideales, el límite recomendado para masa acumulada de transporte manual es 10 000 kg por 8 h. Cuando la distancia de transporte es larga (20 m), se debe disminuir este límite a 6 000 kg por 8 h.

##### 4.3.2.2 Límite recomendado para masa acumulada en relación con la distancia (Paso 5)

En la Tabla 1 se presentan los límites recomendados para masa acumulada, en relación con la distancia de transporte para transporte manual en condiciones ideales. Esta tabla presenta los límites de la siguiente manera:

- En kilogramos por minuto, que debe proteger contra el exceso de carga local; (riesgo a corto plazo).
- En kilogramos por hora, que debe proteger contra el exceso de carga general (riesgo a

mediano plazo);

- En kilogramos por 8 h, que limita el riesgo a largo plazo.

Los límites no son simples multiplicaciones, ya que los riesgos a corto plazo, mediano plazo y largo plazo son cualitativamente diferentes. La última columna de la Tabla 1 muestra ejemplos de diferentes combinaciones de masa y frecuencia. Estos ejemplos demuestran que los límites en kilogramos por minuto no siempre se pueden aplicar debido a los límites de masa y frecuencia máximas ( $5 \text{ kg} \times 15/\text{min} = 75 \text{ kg}/\text{min}$  incluso para una distancia de 1 m, y no se pueden levantar 25 kg más de una vez por min. Ver la Figura 2).

En la aplicación práctica de esta norma los límites de masa y frecuencia máxima tienen prioridad; cuando se respetan esos límites, se deben aplicar los límites para transporte. Por el contrario, si la distancia de transporte no se puede reducir, se debe modificar la masa y/o frecuencia.

Bajo condiciones ambientales desfavorables, o al levantar desde/hacia niveles inferiores, por ej. por debajo de la altura de la rodilla o cuando se levantan los brazos por encima de los hombros, deben reducirse de manera sustancial los límites recomendados en la Tabla 1 para masa acumulada para transporte (por lo menos en un tercio).

#### 4.4 Reducción del riesgo

Se puede lograr la reducción del riesgo minimizando o excluyendo peligros que resultan de la tarea, el objeto el sitio de trabajo, la organización laboral o las condiciones ambientales. En los literales A.3 a A.6 se presentan ejemplos.

#### 4.5 Consideraciones adicionales

El empleador debe proporcionar seguimiento a la salud con respecto a riesgos relacionados con el trabajo.

Se deben proveer medios técnicos para reducir el riesgo y se deben complementar con información y capacitación adecuada con respecto a los riesgos relacionados con el trabajo.

Tabla 1. Límites recomendados para masa acumulada en relación con la distancia de transporte (para población trabajadora en general) Unidades en SI

Distancia de transporte (m)	Frecuencia transporte $f_{\text{máx}}/\text{min}^{-1}$	Masa acumulada $m_{\text{máx}}$			Ejemplos de producto $m.f$
		kg/min	kg/h	kg/8 h	
20	1	15	750	6 000	5 kg x 3 veces/min 15 kg x 1 vez/min 25 kg x 0,5 veces/min

10	2	30	1 500	10 000	5 kg x 6 veces/min 15 kg x 2 veces/min 25 kg x 1 vez/min
4	4	60	3 000	10 000	5 kg x 12 veces/min 15 kg x 4 veces/min 25 kg x 1 vez/min
2	5	75	4 500	10 000	5 kg x 15 veces/min 15 kg x 5 veces/min 25 kg x 1 vez/min
1	8	120	7 200	10 000	5 kg x 15 veces/min 15 kg x 8 veces/min 25 kg x 1 vez/min
<p>NOTA 1 En el cálculo de la masa acumulada, se emplea una masa de referencia de 15 kg y una frecuencia de transporte de 15 veces/min para la población laboral en general.</p> <p>NOTA 2 La masa acumulada total de levantamiento y transporte manual nunca debe exceder los 10 000 kg/día, cualquiera que sea la duración diaria de trabajo.</p> <p>NOTA 3 La referencia de 23 kg está incluida en la masa de 25 kg.</p>					

## ANEXO A

(informativo)

### Enfoque ergonómico

#### A.1 Introducción

El conocimiento científico hace énfasis en la importancia de un enfoque ergonómico al eliminar o reducir el riesgo de lesión por manipulación manual. La ergonomía se centra en el diseño del trabajo y su adaptación a las necesidades humanas y capacidades físicas y mentales. Ver la norma EN 614. Un enfoque ergonómico considera las tareas de manipulación manual globalmente, teniendo en cuenta una serie de factores pertinentes incluida la naturaleza de la tarea, las características del objeto, el ambiente de trabajo y las limitaciones y capacidades de un individuo.

#### A.2 Evitar la manipulación manual

En búsqueda de evitar la manipulación manual, es pertinente preguntarse si la manipulación manual de objetos pudiera eliminarse por completo. Aquellos que diseñan nuevos sistemas de trabajo o instalan nuevas plantas deben considerar la introducción de un sistema de manipulación integrado que, cuando resulte apropiado, utilice plenamente la manipulación automática o mecánica en lugar de un sistema manual. No obstante, se debe recordar que la introducción de la automatización o la mecanización pueden crear otros riesgos. Por ejemplo, la mecanización, al introducir un montacargas, un cabrestante, un trole cargador, un vagón, una rampa, un inversor de plataforma para mercancía, etc. debe contar con mantenimiento adecuado y se debe implementar un sistema de informe de defectos y correcciones. Todo elemento auxiliar de manipulación debe ser compatible con

el resto del sistema de trabajo, ser efectivo, estar diseñado apropiadamente y operarse con facilidad. La capacitación concerniente a los elementos auxiliares debe comprender el uso apropiado y el conocimiento del almacenamiento seguro y de los procedimientos que se deben emplear en caso de ruptura. La capacitación también debe incluir técnicas para la adecuada posición del cuerpo cuando se use este equipo. Se deben colocar instrucciones de operación y asuntos de seguridad en el equipo.

Si no se puede evitar la manipulación manual, se debe contar con ayudas técnicas. Los dispositivos de manipulación tales como correas de sujeción con la mano, bandas deslizantes, ganchos o dispositivos de succión pueden simplificar el problema de manipular un objeto.

### **A.3 Diseño del trabajo: tarea, lugar de trabajo y organización laboral**

#### **A.3.1 Tarea**

Los niveles de estrés en la espalda se incrementan sustancialmente a medida que aumenta la distancia entre el objeto y el cuerpo. Por consiguiente en la planeación de tareas es pertinente evitar tensión, rotación del tronco, encorvamiento, flexión y movimientos o posturas difíciles. Ser capaz de tener una posición segura y cercana con el objeto es fundamental en el diseño para una buena postura. Con frecuencia se pueden evitar los elementos que obstaculizan ésta; un caso común es el estiramiento hacia un objeto desde el extremo de una plataforma de carga que se resolvería empleando un equipo giratorio de plataforma. Otro ejemplo, donde se ven posturas difíciles y se pueden tener alternativas sería cuando se recogen objetos desde la parte posterior de anaqueles o estantes profundos, que sería menos tensionante al instalar rodachines o mecanismos de transporte en la superficie de almacenamiento del estante para el mejor desplazamiento del objeto. La mejor altura para almacenamiento es entre la mitad de la pierna y la altura del mentón de los trabajadores involucrados, donde los artículos más livianos se almacenan por encima o por debajo de esta región.

Un buen agarre es esencial para evitar accidentes con respecto a la manipulación y a menudo se determina por las características del objeto. Esto significa que el objeto normalmente debe estar equipado con manijas adecuadas, muescas o ranuras para los dedos. Los objetos de dimensiones

grandes deben tener dos manijas. La ubicación de las manijas debe ser simétrica al centro de gravedad y de dimensiones suficientes.

#### **A.3.2 Lugar de trabajo**

El área de trabajo debe estar diseñada para minimizar la cantidad de esfuerzo manual, reduciendo así la necesidad de rotación de tronco, flexión, estiramiento y transporte. Se debería tener en cuenta la distancia a la cual se deben mover tanto los objetos que generalmente tienen manijas como los que no, junto con las alturas

entre las cuales se pueden transferir los objetos.

Los pasillos y otras áreas de trabajo deben ser lo suficientemente grandes para permitir espacio adecuado para maniobrar. El espacio suficiente es un prerequisite para realizar la actividad en posturas de trabajo adecuadas y de manera eficiente. Además, el uso de dispositivos mecánicos adecuados con frecuencia requiere más espacio que el levantamiento manual.

Una persona que transporta un objeto debe tener una clara visión hacia adelante, sin obstrucción de ningún objeto. Se debe evitar el levantamiento y transporte en escaleras fijas o metálicas.

Es importante ofrecer espacio adecuado alrededor del objeto en los pasillos, lo mismo que suficiente espacio para la cabeza para evitar posturas de encorvamiento mientras se manipula un objeto.

Las superficies del piso o suelo deben ser planas, bien mantenidas, no deben ser resbalosas y deben estar libres de obstáculos para evitar potencial resbalamiento o accidentes por tropiezo. La presencia de escalones, pendientes empinadas y escaleras puede incrementar el riesgo de lesión sumándose a la complejidad del movimiento cuando se manipulan objetos. La presencia de obstáculos tales como los materiales de envoltura utilizados también pueden presentar peligros de resbalamiento y se deben retirar.

### **A.3.3 Organización laboral**

La cantidad de trabajo realizado en posturas fijas es también una consideración importante. En la norma ISO 11226 se hacen recomendaciones sobre el asunto en cuanto a posturas de trabajo. La frecuencia de manipulación de un objeto puede influir el riesgo de lesión. Es necesario prestar especial cuidado cuando la persona no puede variar la proporción de trabajo. Por consiguiente debería considerarse si existen oportunidades adecuadas para el descanso (por ejemplo pausas momentáneas o descansos de trabajo) o recuperación (es decir, cambiar a otra tarea en la que se emplee un conjunto de músculos diferentes). El enriquecimiento del trabajo (para que sea más estimulante para el empleado), el aumento laboral y la rotación cumplen una función clave para contrarrestar la fatiga potencial y mantener los niveles de resultados de producción, aunque este asunto resulta complicado por una gran variación en la susceptibilidad individual a la fatiga.

La manipulación por dos ó más personas puede posibilitar una operación que se encuentra más allá de la capacidad de una persona, o reducir el riesgo de lesión para una sola persona. El peso del objeto que un equipo puede manipular de forma segura es menor que la suma de las masas que los miembros del equipo podrían soportar de manera individual. Como guía aproximada, la capacidad de un equipo de dos personas es dos tercios la suma de sus capacidades individuales y para un equipo de tres personas la capacidad es la mitad de la suma de sus capacidades

individuales. Pueden surgir dificultades adicionales si los miembros del equipo se impiden la visión o el movimiento entre sí y si el objeto no ofrece agarres manuales adecuados y suficientes.

Cuando los controles de ingeniería u otros no ofrezcan adecuada protección, se debe emplear equipo de protección personal sólo como último recurso. La planeación por anticipado es especialmente importante al manejar materiales peligrosos u otras cargas potencialmente peligrosas. Puede ser necesario prestar especial atención a métodos de manipulación y tomar precauciones para manejar una emergencia, incluso contar con equipo de emergencia e instrucciones claras. Cuando no se pueda evitar el uso de equipo de protección personal, se deben tener en cuenta sus implicaciones para el riesgo de lesión por manipulación manual. Por ejemplo, los guantes pueden perjudicar la destreza manual; otras prendas como los uniformes pueden impedir el movimiento libre durante la manipulación manual. Los elementos y equipo de protección personal tal como guantes, delantales, overoles, polainas o calzado de seguridad, entre otros, deben tener un ajuste adecuado a la

antropometría del trabajador. El calzado debe proporcionar soporte adecuado, ser estable, tener base antideslizante y ofrecer protección adecuada frente a los diferentes factores de riesgo.

#### **A.4** Diseño del objeto

El objeto que se va a manipular puede constituir un peligro debido a su masa o resistencia al movimiento, su tamaño, forma o rigidez o la ausencia de agarraderas. Al determinar si una carga representa un riesgo, se debe hacer cuenta adecuadamente de las circunstancias en las que se manipula la carga; por ejemplo, se deben considerar recomendaciones de postura, frecuencia y duración de manipulación, diseño del sitio de trabajo y aspectos de organización laboral, tales como esquemas de incentivos y trabajo a destajo.

La forma del objeto afectará la manera en que se manipule. En general, si cualquier dimensión del objeto excede en algo el ancho de los hombros, es probable que su manipulación implique un mayor riesgo de lesión, en especial si este tamaño excede más de una dimensión. El riesgo se aumentará más si el objeto no posee manijas adecuadas.

Si el centro de gravedad del objeto no se ubica de manera central en el objeto, puede ocasionar una práctica de manipulación inadecuada. Algunas veces, como ocurre con las cajas de cartón selladas sin marcar, no es evidente visiblemente un centro de compensación de gravedad. En estas circunstancias, el riesgo de lesión se incrementa puesto que la persona puede sin darse cuenta, sostener el objeto con su centro de gravedad más allá del cuerpo que lo necesario.

Se debe tener en consideración el uso de relleno de empaque en objetos que se

pueden mover mientras se manipulan. De igual manera, se requiere mayor cuidado al manipular objetos que son inherentemente difíciles de agarrar. Además, pueden existir riesgos físicos o químicos que deberían indicarse, por ejemplo, el objeto puede tener puntas afiladas, ser demasiado frío o demasiado caliente al tacto o contener materiales o sustancias que pueden ser riesgosas si se derraman.

#### **A.5 Consideraciones de diseño cuando se manipulan personas o animales**

La manipulación de seres vivos presenta problemas específicos. Los animales domésticos y salvajes se pueden comportar de manera impredecible. Resultan esenciales la destreza y la experiencia. Cuando se manipulan en cajas, jaulas o casetas portátiles, no siempre se puede ver el movimiento del animal y el centro de la masa cambiará de manera perceptible, varias veces y de repente. El mayor problema de manipulación tiene que ver con el movimiento y las actividades de personas físicamente dependientes, en la comunidad, en hospitales y en emergencias. Para los pacientes y personas discapacitadas en la comunidad, las consideraciones dominantes pueden ser las médicas y las necesidades inmediatas de vestirse, lavarse, ir al baño, etc. Excepto en caso de emergencias, existe una necesidad absoluta de evaluar los problemas de manipulación para cada individuo, anticipando cualquier cambio en la salud, prestando especial atención a la ergonomía y la planeación del ambiente de manipulación. Las personas responsables de la atención y cuidado doméstico deben trazar un plan de cuidado para dar orientación a los cuidadores sobre los métodos más apropiados de movimiento y transferencia. Deben tener acceso a información publicada sobre técnicas de manipulación de pacientes y sobre la selección de mobiliario y equipo para levantar y manipular pacientes.

Sin importar estas consideraciones especiales, la manipulación de seres vivos debe estar sujeta a los principios básicos establecidos en esta norma. La manipulación de seres vivos y otros en emergencias impredecibles y situaciones de rescate están por fuera del alcance de esta norma. El personal empleado en tales servicios debe tener especial consideración de la edad y las capacidades de fortaleza disminuidas de ciertos pacientes.

#### **A.6 Diseño del ambiente laboral**

Las condiciones ambientales generales, incluida la iluminación, el ruido y el clima deben estar dentro de niveles tolerables. Se recomienda aplicar la norma ISO 7730 para requisitos de confort térmico. Se debe tener cuidado extra si el trabajo debe realizarse en temperaturas extremas. Por ejemplo, las temperaturas elevadas o la humedad pueden causar fatiga rápida; el trabajo en temperaturas bajas puede requerir guantes para evitar el adormecimiento de las manos, pero también puede conllevar a pérdida de destreza manual. La circulación del aire (en interiores y exteriores) también es un factor

que influye en la temperatura corporal. La rápida circulación del aire enfría el cuerpo y se debe evitar en la medida de lo posible. En climas muy cálidos o condiciones laborales, puede ser deseable la rápida circulación del aire. Es importante que haya suficiente luz que permita a los trabajadores ver con claridad lo que están haciendo y además evite posturas de trabajo deficientes. Los niveles altos de ruido pueden conducir a reducción en la vigilancia. Para trabajo en exteriores, se deben tener en cuenta los efectos de las condiciones ambientales cambiantes. Se requiere cuidado extra en donde se presentan vientos fuertes o son probables ráfagas, por ejemplo alrededor de los edificios. Pueden ser especialmente necesarios la ayuda o los dispositivos mecánicos cuando se transportan láminas grandes u objetos voluminosos en tales condiciones.

En condiciones ideales de manipulación manual de materiales, se recomiendan los siguientes criterios:

- Medio ambiente térmico ambiental moderado;
- Operación exclusivamente con las dos manos;
- Postura de pie sin restricciones;
- Manipulación por una persona exclusivamente;
- Levantamiento sin dificultad;
- Buen acoplamiento entre las manos y los objetos manipulados;
- Buen acoplamiento entre los pies y el piso;
- Las actividades de manipulación manual diferentes al levantamiento deben ser mínimas;
- Los objetos que se van a levantar no deben estar fríos, calientes ni contaminados;
- El desplazamiento vertical de la carga debe ser inferior o igual a 0,25 m y no debe ocurrir por debajo del nudillo o por encima de la altura del hombro;
- El tronco debe estar derecho y no rotar;
- La carga se debe mantener cerca del cuerpo.

## **A.7 Método de valoración para límites recomendados de masa, frecuencia y posición del objeto**

### **A.7.1 Tareas de levantamiento no repetitivas**

Para tareas de levantamiento no repetitivas, la masa del objeto o las posturas de trabajo empleadas para manipular la carga podrían conllevar a riesgos para la salud. Se deberían evitar grandes masas (es decir, mayores que la masa de referencia) lo mismo que posturas desfavorables como cuando se flexiona o rota el tronco o una extensión prolongada.

A fin de calcular la influencia de una postura desfavorable, se emplea la ecuación modelo de valoración del riesgo presentada en el literal A.7.2 con un multiplicador

de frecuencia de “1”, El multiplicador horizontal indicará la severidad de una posible extensión prolongada; los multiplicadores verticales de distancia y asimetría mostrarán la influencia negativa de un tronco rotado o flexionado.

### A.7.2 Tareas de levantamiento repetitivas

Los límites recomendados se derivan de un modelo con las siguientes suposiciones:

- Son sólo válidos para levantamiento sin dificultad con dos manos sin efectos de aceleración repentinos (es decir, sacudidas);
- No se pueden emplear para tareas donde el trabajador tiene apoyo parcial (por ejemplo con solo un pie en el piso);
- El ancho del objeto es de 0,75 m ó menos para poblaciones con estaturas inferiores (altura corporal);
- Son válidos sólo para posturas de levantamiento sin restricciones;
- Son válidos sólo cuando existe buen acoplamiento (es decir las manijas son seguras y el potencial de resbalamiento del calzado /piso es bajo);
- Son válidos sólo bajo condiciones favorables.

Las principales variables de tarea incluyen los siguientes datos (Ver la Figura A.1):

- Masa de objeto,  $m$ , en kilogramos;
- Distancia horizontal,  $h$ , en metros, medida desde el punto medio de la línea que une los tobillos hasta el punto medio en el que las manos agarran el objeto en posición de levantamiento;
- Ubicación vertical,  $v$ , en metros, determinada por la medición de la distancia desde el piso hasta el punto en el que las manos agarran el objeto;
- Desplazamiento de trayectoria vertical,  $d$ , en metros, desde el origen hasta el destino del levantamiento;
- Frecuencia de levantamiento,  $f$ , expresada como número promedio de levantadas por minuto;
- Duración de levantamiento manual, en horas;
- Ángulo de asimetría,  $\alpha$ , en grados;
- Calidad de agarre,  $c$ .

El límite para la masa del objeto se deriva empleando la siguiente ecuación:

$$m \leq m_{ref} \times h_M \times v_M \times d_M \times \alpha_M \times f_M \times c_M \quad (A.1)$$

donde

$m_{ref}$  es la masa de referencia para el grupo identificado de población de usuarios;

$h_M$  es el multiplicador de distancia horizontal, derivado de la Ecuación (A.2);

$v_M$  es el multiplicador de ubicación vertical, derivado de la Ecuación (A.3);

$d_M$  es el multiplicador de desplazamiento vertical, derivado de la Ecuación (A.4);

$\alpha_M$  es el multiplicador de asimetría, derivado de la Ecuación (A.5);

$f_M$  es el multiplicador de frecuencia, Ver la Tabla A.1;

$C_M$  es el multiplicador de acoplamiento para la calidad de agarre, Ver la Tabla A.2.

Los multiplicadores para la Ecuación A.1 se obtienen de las Ecuaciones (A.2) a (A.5) y las Tablas A.1 a A.3. Si dicho multiplicador excede un valor de 1, su valor debería tomarse como 1.

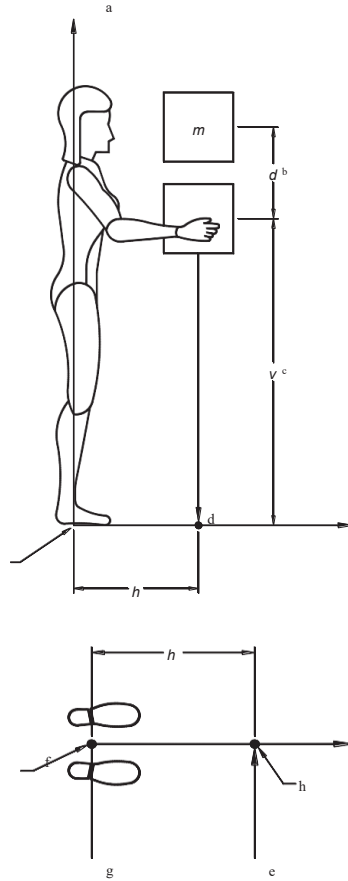
$$h_M = \frac{0}{h} \quad \left| \quad \right| \quad \begin{array}{l} \text{si } h \leq 0,25 \text{ entonces } h_M = 1 \\ \text{si } h > 0,63 \text{ entonces } h_M = 0 \end{array} \quad (\text{A.2})$$

$$v_M = 1 - \frac{0,75 - v}{0,3} \quad \begin{array}{l} \text{si } v > 1,75 \text{ entonces } v_M = 0 \end{array}$$

$$d_M = 0, \frac{0,045}{82 + d} \quad \begin{array}{l} \text{si } v < 0 \text{ entonces } v_M = 0 \end{array} \quad (\text{A.3})$$

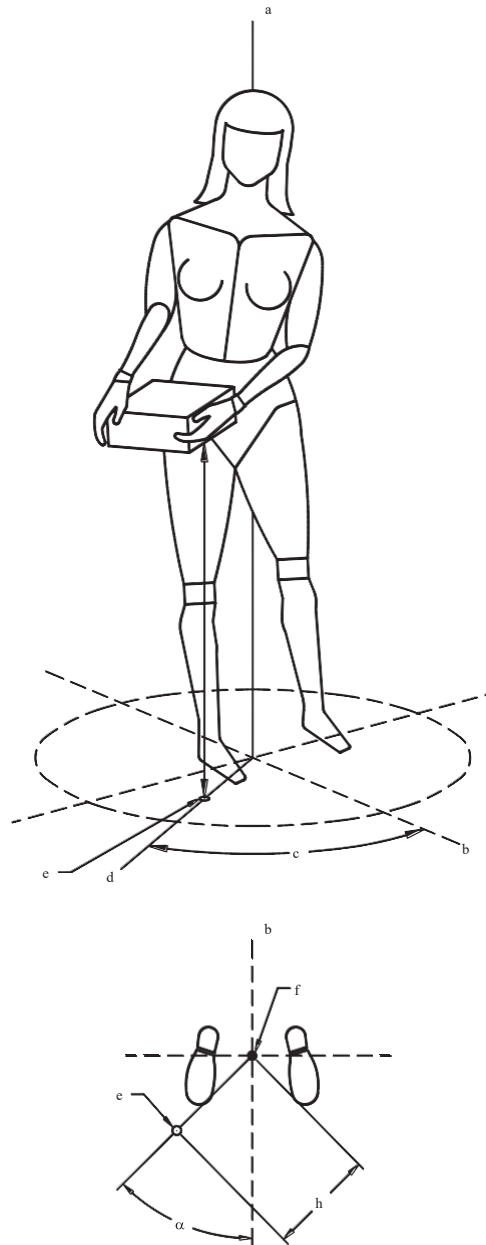
$$\alpha_M = 1 - 0,003 \cdot 2 \quad \begin{array}{l} \text{si } d > 1,75 \text{ entonces } d_M = 0 \\ \text{si } d < 0,25 \text{ entonces } d_M = 1 \end{array} \quad (\text{A.4})$$

$$\text{si } \alpha > 135^\circ \text{ entonces } \alpha_M = 0 \quad (\text{A.5})$$



- a* Vertical
- b* Desplazamiento de trayectoria vertical
- c* Ubicación vertical
- d* Proyección desde el centro de gravedad de la carga
- e* Horizontal
- f* Punto medio entre los huesos del tobillo
- g* Lateral
- h* Centro de carga

Figura A.1. Variables de tarea



- a* Vertical
- b* Plano medio sagital
- c* Ángulo de asimetría ( $\alpha$ )
- d* Línea de asimetría
- e* Proyección desde el centro de gravedad de la carga
- f* Punto medio entre los huesos del tobillo

## Figura A.2. Ángulo de asimetría

Se debe calcular la ecuación tanto para el inicio como para el punto final de cada tarea. Es posible que los cálculos de punto final sólo sean importantes si existe una ubicación de precisión determinada

involucrada. Si el elemento se arroja en el sitio sin esfuerzo indebido del cuerpo en la posición extendida, entonces no es necesario calcular el valor de punto final.

El multiplicador de frecuencia apropiado,  $f_M$ , se determina considerando en primer lugar la duración continua de la tarea de levantamiento repetitiva y luego la duración del período de descanso que sigue inmediatamente a la tarea de levantamiento repetitiva.

En la Tabla A.3 se presentan las categorías de tareas de levantamiento continuas y repetitivas, sus duraciones y la duración requerida del período de descanso que debe seguir inmediatamente a la tarea de levantamiento.

Resulta crítico observar que la combinación del período de trabajo y el período de descanso deben considerarse en conjunto como un ciclo de trabajo-descanso, donde el período de descanso ofrece oportunidad suficiente para que el trabajador se recupere luego de un período continuo de trabajo relacionado con levantamiento. Por consiguiente, si dos períodos de trabajo sucesivos están separados por un período de descanso de duración inadecuada, entonces el trabajador no se puede recuperar adecuadamente y el período entero (los dos períodos de trabajo más el período de descanso) se debe tratar como un período de trabajo único y continuo. [El impacto de dichas circunstancias hace que el período de trabajo resultante sea substancialmente mayor, con la consecuencia de que el valor para la constante de frecuencia ( $k_f$ ) disminuye.]

El valor de  $f_M$  entonces se determina a partir de la Tabla A.1. El uso de la Tabla A.1 exige tres componentes relacionados con:

- La frecuencia de levantamiento (número de levantamientos por minuto);
- La duración ( $f_L$ ) de la tarea de levantamiento continua y repetitiva;
- La ubicación vertical ( $v$ ) de las manos en el objeto que se va a levantar al inicio del levantamiento.

La calidad del agarre se define como

- a) Buena: si el objeto puede agarrarse alrededor con la mano de manera confortable las manijas o muescas de agarre manual del objeto sin que se tengan desviaciones significativas de la postura neutra de la muñeca, o el objeto mismo, sin causar alrededor de la muñeca excesivas o posturas incómodas;
- b) Aceptable: si el objeto tiene manijas o muescas que no cumplen los criterios de buena calidad de agarre o si el objeto mismo puede asirse con un agarre en el que la mano puede flexionarse alrededor de 90°;

c) Deficiente: si los criterios de calidad buena o aceptable de agarre no se cumplen.

Tabla A.1. Valores de multiplicador de frecuencia ( $f_M$ ) de la Ecuación (A.1)

Frecuencia de levantamiento número de levantamientos/min	Valores de $f_M$					
	$t_L \leq 1 h$		$1 h < t_L \leq 2 h$		$2 h < t_L \leq 8 h$	
	$v < 0,75 m$	$v \geq 0,75 m$	$v < 0,75 m$	$v \geq 0,75 m$	$v < 0,75 m$	$v \geq 0,75 m$
$\leq 0,2$	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
$> 15$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla A.2. Multiplicador de acople ( $c_M$ ) para la calidad de agarre

Calidad de agarre	Valores de $c_M$	
	Altura $< 0,75 m$	Altura $\geq 0,75 m$
Buena	1,00	1,00
Aceptable	0,95	1,00
Deficiente	0,90	0,90

Tabla A.3. Tareas de levantamiento continuo y sus períodos de descanso requeridos

	Definiciones, $t$	Período de descanso requerido
Corta duración	$t \leq 1 h$	$\geq 120$ % de duración de la tarea de levantamiento continua y repetitiva
Duración mediana	$1 h < t \leq 2 h$	$\geq 30$ % de duración de la tarea de levantamiento continua y repetitiva
Larga duración	$2 h < t \leq 8 h$	Sin cantidad especificada; se suponen descansos normales en la mañana, tarde y almuerzo

NOTA Véanse los respectivos coeficientes de frecuencia en la Tabla A.1

### **A.8 Consideraciones individuales**

Las lesiones por manipulación manual se asocian con la naturaleza de las operaciones, la manera en que se organizan y las variaciones entre las capacidades físicas individuales. Es un hecho que la capacidad para levantar y transportar varía entre los individuos.

En general, el esfuerzo de levantamiento para las mujeres como grupo está por encima dos tercios que la de los hombres. No obstante, la escala de resistencia y capacidad es grande y significa que algunas mujeres pueden manejar de forma segura objetos más pesados que algunos hombres. En aquellos casos donde no se puede eliminar el levantamiento y/o transporte manual en un plazo corto, pueden ser necesarias exigencias especiales en la capacidad física del trabajador, sin importar su género.

Los trabajadores jóvenes y mayores pueden tener necesidades particulares. Por ejemplo, es probable que los más jóvenes tengan menos destrezas. Los mayores son más susceptibles a tensiones repentinas debido a la decreciente elasticidad de las partes del sistema músculo-esquelético. La modificación de la rutina de trabajo con frecuencia permite a un equipo realizar la misma labor. Con la edad, existe reducción en la capacidad física que se hace más significativa después de los 45 años.

La atención en salud ocupacional puede ser útil al valorar si la salud de un individuo es la pertinente a la tarea. Si la salud de una persona cambia de manera temporal o permanente, puede ser necesario modificar el sistema de trabajo para ajustarse a las nuevas circunstancias o mover a la persona a otras tareas.

Las mujeres embarazadas y las personas discapacitadas están por fuera del alcance de esta norma debido a las necesidades y consideraciones especiales que son pertinentes a su estado físico temporal o permanente.

Existe buena evidencia de que un individuo con una historia médica de un desorden en la espalda tiene mayor probabilidad de tener episodios recurrentes de dolor de espalda. Los trabajadores con historia de desórdenes en la espalda deben tener un período de prueba. De manera eventual, se puede requerir instalar adaptaciones necesarias para evitar eventos posteriores de problemas de espalda.

### **A.9 Información y capacitación**

Como complemento a un sistema de trabajo seguro, la capacitación efectiva juega un papel importante en la reducción de las lesiones por manipulación manual. Para que sea efectiva la capacitación debe estar relacionada con el trabajo y se debe reforzar a intervalos regulares.

Dentro de un programa de capacitación se pueden incluir los siguientes elementos:

- reconocer operaciones de manipulación potencialmente peligrosas, recomendar mejoras, manejar operaciones de manipulación poco conocidas
- El uso apropiado de elementos auxiliares de manipulación y elementos de protección personal;
- Principios de tareas, objeto y diseño de ambiente laboral recomendables,
- Técnicas de manipulación.

La anatomía y fisiología de la espalda, la mecánica corporal y técnicas adecuadas de levantamiento y ejercicios de estiramiento y fortalecimiento de los músculos de la espalda son elementos adicionales que se deben incluir en un programa de capacitación.

Una buena técnica es aquella donde la persona se encuentra en equilibrio, en completo control durante toda la tarea y emplea la cantidad mínima de esfuerzo para lograr, cuando sea posible, un movimiento sin dificultad y sin interrupción. Cuando se levanta o transporta, el objeto debería mantenerse tan cerca del cuerpo como sea posible y se deben emplear ambas manos. Cuando se aplica esfuerzo, se deben evitar movimientos bruscos o de rotación y posturas encorvadas.

## ANEXO B

(informativo)

### Ejemplos de manipulación manual de objetos

#### B.1 Ejemplo de una evaluación de un enfoque ergonómico hacia la manipulación manual de objetos.

##### **B.1.1 Ejemplo de uso del modelo por pasos** (Ver el numeral 4.2 y la Figura 1)

Hay algunos hombres trabajando en una bodega durante 8 h por día. Su tarea principal es preparar pedidos para los grandes supermercados. Esta consta de manipulación manual repetitiva realizada durante aproximadamente el 75 % del turno laboral y durante el restante 25 % se realizan tareas administrativas.

Los objetos que se manipulan tienen una masa de 1 kg a 24 kg, en promedio cerca de 9 kg. La frecuencia promedio de manipulación es aproximadamente 4 ciclos/min. Los objetos son paquetes sin dispositivo de agarre, que se van a colocar en las plataformas ( Ver la Figura B.1). Las dimensiones de la plataforma son: 0.15 m x 0.80 m x 1.20 m. La distancia horizontal hasta el objeto en el comienzo de la plataforma es de 0,20 m y en el extremo puede ser superior a 1,00 m.

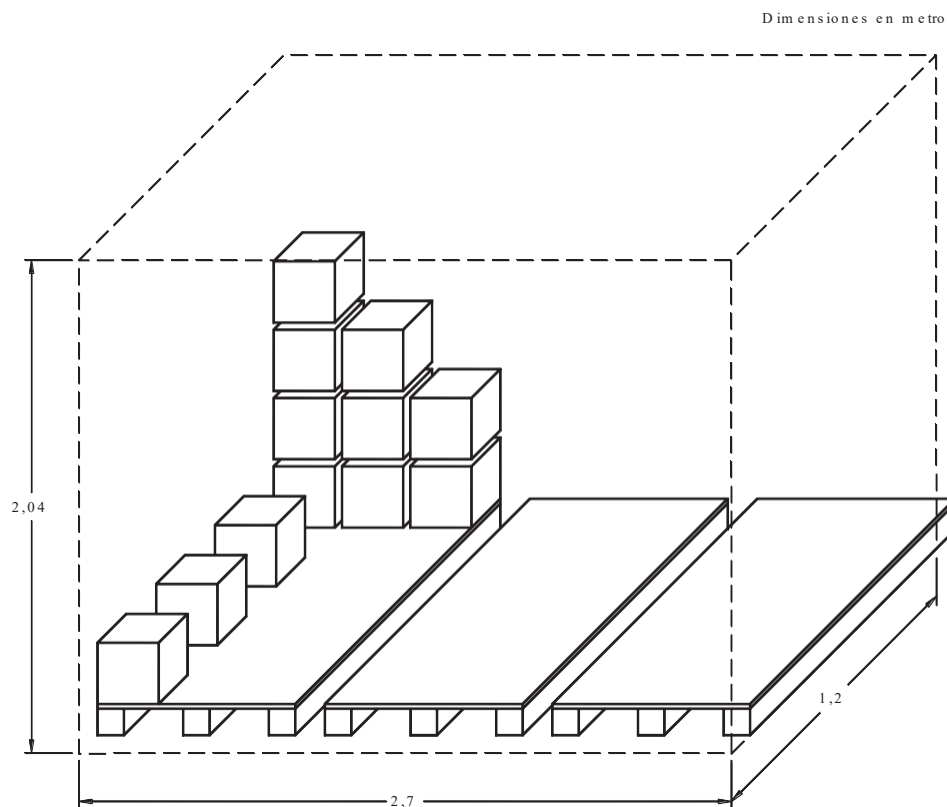


Figura B.1. Marco del área de manipulación de acceso

La distancia vertical es de aproximadamente 1,75 m en el inicio de la plataforma y 0,20 al final. Los paquetes se manipulan a una distancia vertical de aproximadamente 1 m y una distancia horizontal por debajo de 1 m. En el 20 % de los casos, el trabajador está obligado a rotar su tronco en aproximadamente 60°.

### B.1.2 Preguntas pertinentes cuando se analizan los riesgos de salud de una tarea de levantamiento

- ¿Esta situación es aceptable para manipulación manual?
- Si no, ¿qué se puede hacer?

### B.1.3 Uso del modelo por pasos

Ver la Figura

1 Paso 1: sí

La masa máxima en este ejemplo es 24 kg; 25 kg Se recomienda como la masa

constante para la población trabajadora adulta masculina. Ver el Anexo C.

Paso 2: sí

La frecuencia promedio es 4 levantamientos/min durante un turno de 6 h, de modo que se debe emplear el multiplicador de frecuencia  $f_M = 0,45$ .

En este caso, se recomienda el límite de masa de 11,25 kg. La masa promedio de objetos manipulados es 9 kg.

Paso 3: no

Se deben considerar dos situaciones: la mejor y la peor.

Bajo las mejores condiciones, la posición horizontal y vertical de la carga puede estar cerca a la posición recomendada; sólo se deben aplicar dos multiplicadores,  $d_M = 0,87$  (desplazamiento vertical = 1 m) y  $c_M = 0,9$  (mala adaptación de agarre). En tales condiciones, el límite recomendado es 9 kg y la situación es bastante aceptable.

En la peor situación, se deben aplicar los siguientes multiplicadores:

- $v_M = 0,84$  (para 0,20 m de altura de sostenimiento);
- $d_M = 0,42$  (para sostenimiento a una distancia de 0,60 m del borde de la plataforma);
- $\alpha_M = 0,81$  (para un ángulo de asimetría de 60°);
- $c_M = 0,9$  (para una mala adaptación de agarre).

Bajo estas condiciones, el límite recomendado es 3,2 kg. La masa promedio es 3 veces la masa recomendada, de modo que la situación no es aceptable y requiere adaptarse.

Paso 4: no

La distancia de transporte está por debajo de 1 m. La masa acumulada para el turno diario (6 h) es de 13 000 kg (9 kg con 4 levantamientos/min es 2 160 kg/h).

Es necesaria la adaptación relacionada esencialmente con la reducción de la duración de las tareas de manipulación manual (se cumple la recomendación cuando el tiempo es inferior a 5 h).

#### B.1.4 Conclusiones

La adaptación es necesaria. Se emplea el enfoque ergonómico que se presenta en el Anexo A. Las posibles soluciones podrían incluir la reducción de uno ó más de los siguientes factores:

- adaptar la zona de alcance en proximidad al cuerpo del trabajador;

- adaptar la postura laboral a fin de evitar posturas asimétricas y de flexión;
- limitar la masa promedio de los objetos;
- limitar la frecuencia promedio de la manipulación manual.

Por ejemplo, si la postura del cuerpo se mantiene más vertical [con las manos constantemente a la altura del puño (eje del puño), Ver el numeral 4.4.4 en la norma ISO 7250, durante el levantamiento al coger los paquetes de una mesa se deben mantener cerca del cuerpo y cuando se coloca el paquete en la plataforma, la tarea se puede cambiar de modo que se muevan los pies en lugar del tronco. Se recomienda emplear paquetes adecuados para la tarea de levantamiento. Además la velocidad de trabajo promedio (frecuencia) para la tarea debería ser reducida a la mitad alternando el levantamiento manual con otras tareas que sean relajantes para la parte inferior de la espalda.

Cuando los valores de los multiplicadores de la Ecuación (A.1) no se pueden reducir a una masa máxima recomendada, se debe reducir la masa del paquete o se debe eliminar la manipulación manual mediante mecanización y automatización.

### **B.2 Ejemplo de una evaluación de enfoque ergonómico hacia una manipulación manual de seres vivos**

El siguiente ejemplo ilustra la aplicación del modelo de valoración de riesgos, que se presenta en la Figura 1 a una situación que involucra seres vivos.

El levantamiento de un bebé desde el piso hasta un nivel de trabajo es una actividad típica de levantamiento realizada por enfermeras que, por su naturaleza, pueden presentar un riesgo de lesión en la espalda. La Figura B.2 ilustra una técnica de levantamiento que puede ser ergonómica [Figura B.2a)] o riesgosa [Figura B.2b)].

El peso del bebé es de 9.5 kg. Para las siguientes situaciones, la fuerza de compresión (FC) en el nivel de la columna vertebral L5-S1 se ha calculado por análisis de vector.



FC= 670 N

a) **Manera ergonómica de levantar**



FC= 2 080 N

b) **Manera riesgosa de**

**levantar** Figura B.2. Levantamiento de un bebé desde el piso por una persona

## ANEXO C

(informativo)

## Masa de referencia

En la Tabla C.1 se presenta la masa de referencia teniendo en cuenta diferentes poblaciones.

**Tabla C.1. Masa de referencia ( $m_{ref}$ ) para diferentes poblaciones**

Campo de aplicación	$m_{ref}$ kg	Porcentaje de población de usuarios protegida			Grupo de población
		M y H <sup>a</sup>	M	H	
Uso no ocupacional	5	Datos no disponibles			Niños y adultos mayores
	10	99	99	99	Población doméstica en general
Uso profesional	15	95	90	99	Población trabajadora en general, incluidos jóvenes y adultos
	20 23				
	25	85	70	95	Población trabajadora adulta
	30 35 40	Ver Nota			Población trabajadora especializada
					Población total
					Población trabajadora en general
					Población trabajadora especializada bajo circunstancias especiales

NOTA Circunstancias especiales. Si bien se deben hacer todos los esfuerzos para evitar actividades de manipulación manual o reducir los riesgos a los niveles más bajos posibles, pueden haber circunstancias excepcionales donde la masa de referencia puede exceder los 25 kg (por ej. donde no existen desarrollos o intervenciones tecnológicas suficientemente avanzados). En estas circunstancias excepcionales, se debe dar mayor atención y consideración a la educación y capacitación del individuo (por ej. conocimiento especializado en relación con la identificación de riesgos y la reducción de riesgos), las condiciones laborales que prevalecen y las capacidades del individuo.

a M: Mujer; H: Hombre

A fin de reducir el riesgo para las personas en el trabajo, en especial aquellos con menos capacidad física, el límite recomendado para masa no debe exceder los 15 kg. Esto incrementará el nivel de protección de salud proporcionada a la población trabajadora hasta el 95 %. En este ejemplo, se debe emplear una masa de referencia de 15 kg en vez de 25 kg en la Ecuación (A.1) (Ver el literal A.7.2).

Puesto que los sitios de trabajo deben ser accesibles para todos dentro de la población trabajadora, exceder el límite de 25 kg de masa debe considerarse como una excepción. Cuando se exceden los límites recomendados, las condiciones laborales deben seguir siendo seguras. En estos casos, es especialmente importante que los trabajadores estén bien capacitados e instruidos para dichas tareas específicas.

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO 7730, *Moderate Thermal Environments. Determination of the PMVG and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort.*
- [2] ISO 11226, *Ergonomics. Evaluation of Static Working Postures.*
- [3] EN 614-1, *Safety of Machinery. Ergonomic Design Principles. Part 1: Terminology and General Principles.*
- [4] EN 614-2, *Safety of Machinery. ergonomic Design Principles. Part 2: Interactions Between the Design of Machinery and Work Tasks.*
- [5] NFX 35-106, *Ergonomie. Limites d'efforts Recommandées Pour Le Travail et la Manutention au Poste de Travail (Norme Francaise)*, AFNOR, Paris.
- [6] NFX 35-109, *Ergonomie. Limites Acceptables de Port Manuel de Charges par une Personne (Norme Francaise)*, AFNOR, Paris.
- [7] *Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation.* CDC, NIOSH, Cincinnati, OH 45226, USA, 1994.
- [8] BONGWALD, LUTTMANN, A. and Laurig, W.: *Leitfaden für die Beurteilung von Hebe- und Tragetätigkeiten. Hauptverband der Gewerblichen Beryfsgenossenschaften (HVBG) (Hrsg). Sankt Augustin 1995.*
- [9] GARG, A., CHAFFIN, D. and HERRIN, G.D: *Prediction of Metabolic Rates for Manual Materials Handling Jobs. American Industrial Hygiene Association Journal* 39 (1978), No. 8, pp. 661-674.
- [10] GENAIDY, A.M. and ASHFORTH, S.S.: *Review and Evaluation of Physiological Cost Prediction Models for Manual Materials Handling. Human Factors* 29 (1987), No. 4, pp 465-476.
- [11] GRIECO, A., OCCHIPINTI, E., COLOMBINI, D. and MOLTENI, G.: *Manual Handling of Loads: the Point of View of Experts Involved in the Application of EC Directive 90/269. Ergonomics*, 40 (10), (1997), pp. 1035-1056.
- [12] FRITSCH, W., ENDERLEIN, G., AURICH, I., KURSCHWITZ, S.: *Einfluß Beruflicher Faktoren auf die Gynäkologische Mobilität und Tauglichkeit. Z. ges. Hyg.* 21 (1975), p.825.
- [13] HETTINGER, T.: *Heben und Tragen von Lasten. Gutachten über Gewichtsgrenzen für Männer, Frauen und Jugendliche. Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung. Bonn* 1981.
- [14] HETTINGER, T., MÜLLER, B.H. and GEBHARDT, H.: *Ermittlung des Arbeitsenergieumsatzes bei Dynamisch Muskulärer Arbeit. Bundesanstalt für Arbeitsschutz (Hrsg.), Fa 22, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven* 1989.
- [15] JÄGER, M.: LUTTMANN, A.: GÖLLNER, R.: *Belastbarkeit der Lendenwirbelsäule Beim Handhaben von Lasten - Ableitun der "Dortmunder Richtwerte" auf Basis der Lumbalen Kompressionsfestigkeit. Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeits-schutz und Ergonomic* 51 (2001), pp. 354-372.
- [16] MITAL A., NICHOLSON, A.S. and AYOUB, M.M.: *A Guide to Manual Materials Handling, 2nd Edition Published by Taylor & Francis*, 1997.

- [17] SNOOK, S.H.: The *Design of Manual Handling Tasks*. *Ergonomics* 21 (1978), pp. 963-985.
- [18] SNOOK, S.H.: and CIRIELLO, V.M., The *Design of Manual Handling Tasks: Revised Tables of Maximum Acceptable Weights and Forces*. *Ergonomics* 34 (9), (1991), pp. 1197-1213.
- [19] SNOOK, S.H.: IRVINE, C.H. and BASS, S.F.: *Maximum Weights and Work Loads Acceptable to Male, Industrial Workers. A Study of Lifting, Lowering, Pushing, Pulling, Carrying and Walking Tasks*.
- [20] WATERS, T.R., PUTZ-ANDERSON, V., GARG, A. and FINE, L.J.: Revised NIOSH *Equation for the Design and Evaluation of Manual Lifting Tasks*. *Ergonomics* 36, No. 7 (1993), pp. 749-776.
- [21] MONROE KEYSERLING, W.: *Analysis of Manual Lifting Tasks: A Qualitative Alternative to the NIOSH Work Practices Guide*, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J* 50 (3), (1989), pp. 165-173.
- [22] ANDERSSON, G.B.J. MD, PhD: *Point of View: Evaluation of the Revised NIOSH Lifting Equation, A Cross- Sectional Epidemiologic Study*, *Spine* 24(4) 1999 February, p. 395.
- [23] GARG, A.: *An Evaluation of the NIOSH Guidelines for Manual Lifting, with Special reference to Horizontal Distance*, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J* 50(3) (1989), pp. 157-164
- [24] WATERS, Thomas R. PhD; BARON, Sherry L. MD, MPH; PIACITELLI, Laurie A. MS; ANDERSEN, Vern P. PhD; SKOV, Torsten PhD; HARING-SWEENEY, Marie PhD; WALL, David K. MAS; FINE, Lawrence J. MD, Dr.PH: *Evaluation of the Revised NIOSH Lifting Equation*, *Spine* 24(4) 1999 February, pp. 386-394
- [25] 90/269/EEC, *Council Directive of 29 May 1990 on the Minimum Health and Safety Requirements for the Manual Handling of Loads Where There is a Risk Particularly of Back Injury to Workers (Fourth Individual Directive Within the Meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC)*.