



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**PROPUESTA DE MEJORAS ERGONÓMICAS EN LA MANIPULACIÓN MANUAL
DE CARGAS EN EL ÁREA DE OPERACIONES LOGÍSTICAS.**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención de título de Ingeniero Industrial

Ingenierías

Autor(a)

Fernandez Jaramillo Adrian Abizael

Tutor (a)

Ing. Sarmiento Ortiz Fabian Alberto

QUITO – ECUADOR
2026

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Adrian Abizael Fernandez Jaramillo, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “Propuesta de mejoras ergonómicas en la manipulación manual de cargas en el área de operaciones logísticas.”, como requisito para optar al grado de Ingeniería Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato a los 10 días del mes de marzo de 2026, firmo conforme:

Autor: Adrian Abizael Fernandez Jaramillo

Firma:

Número de Cédula: 1721837753

Dirección: Pichincha, Quito, Llano Chico, Juan José Flores.

Correo Electrónico: afernandez12@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0967583556

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Propuesta de mejoras ergonómicas en la manipulación manual de cargas en el área de operaciones logísticas” presentado por Adrian Abizael Fernandez Jaramillo, para optar por el Título de Ingeniería Industrial.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Examinadores que se designe.

Quito, 26 de junio de 2026

.....

Ing. Sarmiento Ortiz Fabian Alberto; Mg.

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniería Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 26 de junio de 2026

.....
Adrian Abizael Fernandez Jaramillo
1721837753

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: PROPUESTA DE MEJORAS ERGONÓMICAS EN LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS EN EL ÁREA DE OPERACIONES LOGÍSTICAS. vio a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Titulación.

Quito, 26 de junio de 2026

.....

Ing. Ron Valenzuela Pablo Elicio

LECTOR

.....

Ing. Topon Visarrea Blanca Liliana

LECTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por brindarme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mis padres, por su amor, esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida y de mi formación académica. Gracias por ser mi ejemplo de trabajo, constancia y responsabilidad, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y por brindarme las fuerzas necesarias para seguir adelante y alcanzar esta meta. Este logro también les pertenece, porque sin ustedes no habría sido posible llegar hasta aquí.

A mi familia, por su compañía, confianza y apoyo constante durante este proceso, siendo parte importante de este camino académico.

De manera muy especial, dedico este logro a Jey, por haber estado presente en los momentos más difíciles, brindándome no solo su apoyo emocional, sino también su ayuda incondicional en distintos aspectos de mi vida. Gracias por acompañarme, por creer en mí, por formar parte de mi proceso académico y por estar presente en muchos de los logros que he alcanzado. Tu apoyo ha sido fundamental en este camino.

Finalmente, me dedico este trabajo a mí mismo, por la constancia, el esfuerzo y la perseverancia que me permitieron seguir adelante hasta alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi familia, por su apoyo, comprensión y motivación constante a lo largo de toda mi carrera universitaria. Su respaldo fue fundamental para seguir adelante y no rendirme en los momentos de mayor dificultad.

A los ingenieros y docentes que formaron parte de mi formación académica, gracias por compartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas, las cuales contribuyeron significativamente a mi crecimiento personal y profesional.

De manera especial, agradezco a mi tutor de tesis, por su guía, orientación, paciencia y apoyo durante el desarrollo de esta investigación. Su acompañamiento fue clave para la culminación satisfactoria de este trabajo.

Finalmente, me agradezco a mí mismo, por el esfuerzo, la constancia, la dedicación y la perseverancia demostrados a lo largo de toda la carrera, los cuales me permitieron superar cada reto y alcanzar esta meta tan importante.

INDICE DE CONTENIDOS

TEMA:	i
PROPUESTA DE MEJORAS ERGONÓMICAS EN LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS EN EL ÁREA DE OPERACIONES LOGÍSTICAS.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE LECTORES.....	v
INDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	2
Marco teórico	3
Logística.....	3
Trastornos musculoesqueléticos	4
Ergonomía y su relación con la salud ocupacional.....	4
Justificación	5
Objetivos	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO II	7
Ingeniería del Proyecto	7
Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	7
Análisis del layout actual del área de operaciones logísticas	9

Matriz IPER	15
Cuestionario Nórdico de Kuorinka	17
Ecuación de NIOSH para la evaluación del levantamiento manual de cargas	18
Método Mac	24
Evaluación del transporte manual de cargas	25
Evaluación del apilado y desapilado en estanterías	27
Conclusión del diagnostico	28
Área de estudio	31
Modelo operativo	31
Desarrollo del modelo operativo	32
Controles de Ingeniería	32
Controles Administrativos	33
CAPÍTULO III.....	35
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS.....	35
Presentación de la propuesta.....	35
Controles de Ingeniería	35
Rediseño de Layout	43
Rediseño de Estantería del área de bodegas	48
Análisis ergonómico del trabajador en postura de pie	49
Controles Administrativos	53
Procedimientos operativos estandarizados (Diagrama TO BE)	54
Resultados esperados	48
Cronograma de actividades.....	56
Análisis de Costos.....	57
VAN Y TIR	59
Curva S	61
CAPÍTULO IV	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63

Conclusiones	63
Recomendaciones	64
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	65
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de carga operativa promedio del área logística	7
Tabla 2 Matriz de recorridos del flujo actual	12
Tabla 3 Matriz relacional de áreas según SLP	13
Tabla 4 Significados de Codificación	14
Tabla 5 Codificación del diagrama relacional.	14
Tabla 6 Asignación de relaciones	15
Tabla 7 Matriz IPER de riesgos ergonómicos NTP 330	13
Tabla 8 Criterios de evaluación según la NTP 330	15
Tabla 9 Criterios de evaluación según la NTP 330 - Nivel de Exposición	15
Tabla 10 Criterios de evaluación según la NTP 330 – Nivel de Control	15
Tabla 11 Criterios de evaluación según la NTP 330 – Nivel de Probabilidad	16
Tabla 12 Criterios de evaluación según la NTP 330 – Nivel de Severidad	16
Tabla 13 Matriz consolidada Nórdico de Kuorinka	18
Tabla 14 Variables del levantamiento manual evaluado según NIOSH	20
Tabla 15 Extracto de la tabla de frecuencia (FM) de la ecuación NIOSH	20
Tabla 16 Valores utilizados en bodega	20
Tabla 17 Masa de referencia según normativa nacional	21
Tabla 18 Extracto de la tabla de acoplamiento (CM) de la ecuación NIOSH	22
Tabla 19 Evaluación mediante el instrumento MAC – Transporte manual de cargas	25
Tabla 20 Cuadro comparativo de resultados del diagnóstico ergonómico en el área de operaciones logísticas	30
Tabla 21 Comparación de alternativas de ayuda mecánica para el área de bodega.	37
Tabla 22 Valoración cuantitativa de cada alternativa	38
Tabla 23 Ponderación de criterios para la selección de ayudas mecánicas	39
Tabla 24 Evaluación ponderada de las alternativas de ayuda mecánica	40
Tabla 25 Matriz de criterios técnicos para la selección de la mesa elevadora móvil	41
Tabla 26 Matriz From-To del layout propuesto	45
Tabla 27 Matriz relacional de áreas según SLP – Layout propuesto	45
Tabla 28 Indicadores Comparativos layout actual y layout propuesto	47
Tabla 29 Parámetros antropométricos referenciales del trabajador en postura de pie	49
Tabla 30 Rangos ergonómicos de altura de trabajo en estanterías	50
Tabla 31 Condiciones de la zona de confort biomecánico	51

Tabla 32 Dimensiones referenciales de la estantería propuesta.....	51
Tabla 33 Distribución de las cargas en 3 zonas distintas.....	52
Tabla 34 Rotación de Trabajadores	43
Tabla 35 Descripción de ejercicios propuestos para pausas activas en el área de bodega	45
Tabla 36 Planificación de pausas activas para el personal operativo	48
Tabla 37 Comparación de factores evaluados por el método MAC (antes vs después).....	50
Tabla 38 Indicadores comparativos del layout (actual vs propuesto).....	51
Tabla 39 Indicadores comparativos asociados a la mesa elevadora con ruedas	52
Tabla 40 Indicadores comparativos de controles administrativos (actual vs propuesto).....	53
Tabla 41 Síntesis de resultados esperados de la propuesta	54
Tabla 42 Tiempo estimado por ejecución por fases.....	57
Tabla 43 Equipos y materiales (USD)	58
Tabla 44 Honorarios profesionales para implementación	58
Tabla 45 Costo total estimado (USD).....	59
Tabla 46 Evaluación económica de la propuesta mediante VAN, TIR y Payback (Periodo de Recuperación)	60
Tabla 47 Curva S - Costo de Implementación	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos por continente.....	1
Figura 2 Layout actual del área de operaciones logísticas y flujo de manipulación de cargas	10
Figura 3 Clasificación de nivel de riesgo MAC.....	26
Figura 4 Modelo operativo del estudio	32
Figura 5 Transportador de rodillos	36
Figura 6 Carrito de Carga	36
Figura 7 Mesa elevadora con ruedas.....	37
Figura 8 Flujograma TOBE	56
Figura 9 Pausas Activas para Levantamiento Manual de Cargas	44
Figura 10 Resultados de la matriz IPER residual – escenario con mejoras Resultados de la matriz IPER residual – escenario con mejoras.	49
Figura 11 Cronograma de actividades	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Cuestionario Nórdico de Kuorinka aplicado al Trabajador 1	67
Anexo 2	Cuestionario Nórdico de Kuorinka aplicado al Trabajador 2	69
Anexo 3	Cuestionario Nórdico de Kuorinka aplicado al Trabajador 3	71
Anexo 4	Cuestionario Nórdico de Kuorinka aplicado al Trabajador 4	73

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: PROPUESTA DE MEJORAS ERGONÓMICAS EN LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS EN EL ÁREA DE OPERACIONES LOGÍSTICAS.

Autor(a)

Fernandez Jaramillo Adrian Abizael

Tutor (a)

Ing. Sarmiento Ortiz Fabian Alberto

RESUMEN EJECUTIVO

En el área de operaciones logísticas de una empresa de Courier se identificaron condiciones ergonómicas desfavorables asociadas a la manipulación manual de cargas (levantamiento, transporte y apilado), con alta repetitividad, posturas forzadas y recorridos internos que incrementan el esfuerzo físico y el riesgo de trastornos musculoesqueléticos; además, el layout actual concentra el pesaje en una sola balanza, obligando traslados prolongados con carga y giros del tronco. El objetivo del estudio fue diagnosticar el riesgo ergonómico y la influencia del layout en el proceso, para sustentar una propuesta de mejora. Metodológicamente se aplicó observación directa, levantamiento de distancias y tiempos, entrevistas breves y evaluación a cinco trabajadores (tres de bodega y dos administrativos), considerando un peso promedio conservador de 15 kg; se utilizaron la Matriz IPER (NTP 330), el Cuestionario Nórdico de Kuorinka, la Ecuación Revisada de NIOSH para el levantamiento más crítico, el método MAC para transporte y apilado/desapilado, y el análisis del layout para determinar recorridos y puntos de congestión. Los resultados muestran que, según IPER, el responsable y asistentes de bodega presentan los niveles más elevados, con actividades como levantamiento, transporte (≈ 20 m) y apilado/desapilado clasificadas como inadmisibles, mientras que el personal administrativo operativo se ubicó entre inaceptable y tolerable; el Cuestionario Nórdico evidenció mayor recurrencia de molestias en zona lumbar, hombros y extremidades superiores. En NIOSH, el RWL $\approx 9,1$ kg frente al peso real de 15 kg arrojó un LI = 1,66, confirmando riesgo significativo para la columna lumbar; de forma consistente, el método MAC calificó el transporte (recorridos ≈ 20 m) y el apilado/desapilado como riesgo alto, principalmente por peso, frecuencia, distancia y posturas. Con base en el diagnóstico, el rediseño de layout propone incorporar una segunda balanza cerca de las entradas 3 y 4, reduciendo el recorrido máximo con carga pesada de ≈ 20 m a ≈ 8 m, con distancia promedio por ciclo de pesaje de 5–8 m, tiempo promedio por ciclo de 6 min, disminución de la exposición al transporte manual y un nivel de riesgo asociado al transporte proyectado como moderado–bajo, lo que sustenta la necesidad de intervención inmediata y una mejora operativa sostenible.

Palabras clave: ergonomía, IPER, Layout, MAC, manipulación manual de cargas, NIOSH.

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: PROPOSAL FOR ERGONOMIC IMPROVEMENTS IN MANUAL MATERIAL HANDLING IN THE LOGISTICS OPERATIONS AREA

Autor(a)

Fernandez Jaramillo Adrian Abizael

Tutor (a)

Ing. Sarmiento Ortiz Fabian Alberto

ABSTRACT

In the logistics operations area of a courier company, unfavorable ergonomic conditions were identified in manual material handling tasks (lifting, carrying, stacking/unstacking), characterized by high repetitiveness, awkward postures, and internal travel distances that increase physical workload and the risk of work-related musculoskeletal disorders. The problem is intensified by the current layout, which concentrates weighing on a single scale and forces long loaded walks and trunk twisting. This study aimed to diagnose ergonomic risk and the influence of the layout on the process to support an improvement proposal. Direct observation, distance/time measurements, and brief interviews were conducted with five workers (three warehouse staff and two administrative operations staff), considering a conservative average load of 15 kg. The assessment combined the IPER risk matrix (NTP 330), the Kuorinka Nordic Musculoskeletal Questionnaire, the Revised NIOSH Lifting Equation for the most critical lift, the MAC method for carrying and stacking/unstacking, and a layout analysis to identify travel patterns and congestion points. Results indicate that, according to IPER, warehouse roles showed the highest risk levels, with lifting, carrying (≈ 20 m), and stacking/unstacking classified as unacceptable (inadmissible), while administrative operations tasks ranged from unacceptable to tolerable. The Nordic Questionnaire suggested a higher frequency of discomfort in the lower back, shoulders, and upper limbs. Under NIOSH, the Recommended Weight Limit (RWL ≈ 9.1 kg) versus the actual load (15 kg) yielded a Lifting Index (LI = 1.66), confirming significant lumbar risk. Consistently, the MAC method rated carrying (routes up to ≈ 20 m) and stacking/unstacking as high risk, driven mainly by load, frequency, distance, and posture. Based on the diagnosis, the proposed layout redesign includes adding a second scale near gates 3 and 4, reducing the maximum loaded travel distance from ≈ 20 m to ≈ 8 m; the average distance per weighing cycle would be 5–8 m, with an average cycle time of about 6 minutes. These changes are expected to reduce exposure to manual carrying and lower the transport-related risk to a moderate-to-low level, supporting the need for immediate intervention and sustainable operational improvement.

Keywords: ergonomics, facility layout, IPER, MAC, manual material handling, NIOSH

CAPÍTULO I

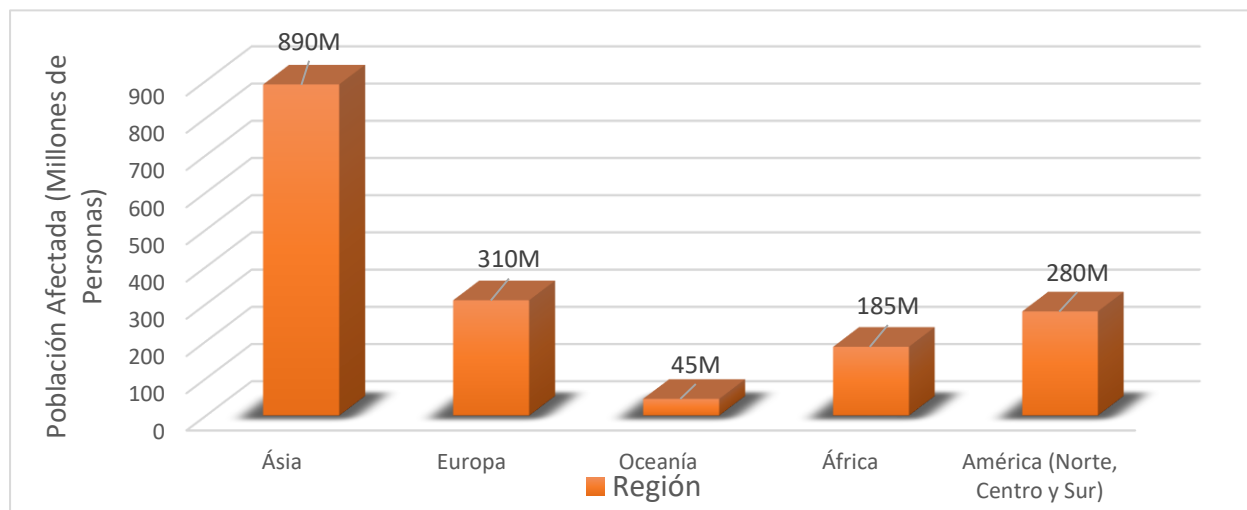
INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, en los sectores logísticos con mayor crecimiento, pero también con índices elevados de riesgos laborales emparejados a la manipulación de manual de cargas. La ergonomía es algo fundamental donde se ocupa comprender varias interacciones entre enfermedades profesionales reportadas en el sector logístico y de transporte. Estos problemas se asocian principalmente a posturas forzadas, levantamiento inadecuado de cargas, movimientos repetitivos y falta de ergonomía en los procesos operativos. Según la OMS estima que cerca de 1,7 mil millones de habitantes padecen algún trastorno musculoesquelético., lo que equivale al 22% de la población global donde se lleva a un dolor persistente, limitaciones funcionales y una reducción de una capacidad laboral (Organización Mundial de la Salud, 2021).

El (Instituto de Medicina Humana y Económica, 2019). revela que Asia existe una mayor

Figura 1

Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos por continente.



Nota. La figura fue realizada por el investigador con datos en (Instituto de Medicina Humana y Económica, 2019)

Estos resultados evidencian que la mayor carga en enfermedades musculoesqueléticas existe la concentración en regiones con una alta densidad de población y una inmensa demanda de actividades industriales y logísticas. Esto requiere que los factores tanto ergonómicos y exigencias físicas asociadas al levantamiento manual de cargas y a la permanencia en posturas

mantenidas por largos periodos constituyen un problema de alcance mundial, con efectos negativos tanto en el desempeño laboral como en el bienestar general de los trabajadores.

En el sector logístico ecuatoriano continúa en distribución y operaciones urbanas donde el traslado de paquetes de diferentes pesos y dimensiones depende en gran medida del esfuerzo físico humano. El personal operativo se encuentra sometido a múltiples factores de riesgo de naturaleza ergonómica derivados de la naturaleza de sus actividades. Conductores, operadores de maquina y personal de bodega suelen enfrentarse a posturas sedentarias prolongadas, vibraciones, movimiento repetitivos y manipulación de cargas pesadas, factores que pueden afectar al bienestar físico y desempeño laboral (Jesenia Carrasco et al., 2023). Por ende, aumenta el riesgo de lesiones por sobreesfuerzo y posturas inadecuadas, la falta de medidas ergonómicas, generando lesiones musculoesqueléticas, fatiga y ausentismo laboral, lo que impacta directamente en la eficiencia del servicio.

Este estudio se desarrolla dentro del contexto de una empresa perteneciente al sector logístico, enfocada en brindar soluciones integrales de transporte, distribución y clasificación de correspondencia y paquetería a nivel nacional e internacional. Sus operaciones comenzaron como un servicio local de mensajería, y con el transcurso de los años, amplió su red operativa y su oferta de servicios incorporando actividades relacionadas con la carga, los procesos aduaneros y la gestión documental. Esta evolución le ha permitido consolidarse como una empresa con presencia estratégica en diversas ciudades del país, fortaleciendo su competitividad mediante la modernización de sus procesos y el impulso de prácticas sostenibles. Dentro de las operaciones logísticas, se desarrollan actividades que implican una constante manipulación manual de cargas, como la recepción, clasificación y traslado de paquetes, las cuales se realizan con métodos tradicionales y sin lineamientos ergonómicos estandarizados. La ausencia de lineamientos ergonómicos adecuados provoca que el personal adopte posiciones incómodas, ejecute movimientos repetitivos y realice levantamientos de peso que incrementan su exposición al riesgo sin apoyo mecánico, lo que incrementa los riesgos ergonómicos y disminuye el rendimiento operativo. Frente a ello, surge la necesidad de analizar la situación actual e implementar una propuesta de mejoras ergonómicas en la manipulación manual de cargas, orientada a proteger la salud ocupacional y optimizar la productividad del área de operaciones logísticas.

Antecedentes

En el contexto esto organizacional, el área de operaciones logísticas cumple un papel fundamental en la recepción, clasificación y distribución de paquetes, donde el personal realiza

actividades que implican esfuerzos físicos repetitivos y manipulación manual de cargas. Durante las observaciones efectuadas, se evidenciaron posturas inadecuadas, levantamiento de pesos sin apoyo mecánico y ausencia de herramientas que faciliten el manejo seguro de los materiales, factores que aumentan la posibilidad de desarrollar fatiga, molestias musculares y lesiones de tipo musculoesquelético.

Aunque la empresa cuenta con políticas generales de seguridad y salud ocupacional, no dispone de un análisis ergonómico formal que permita identificar los puntos críticos de riesgo ni de programas de capacitación específicos en manipulación manual de cargas. Esta situación limita la aplicación de medidas preventivas adecuadas y la posibilidad de mejorar las condiciones de trabajo del personal operativo.

Estas condiciones han motivado el desarrollo de la presente propuesta, cuyo propósito es identificar los principales riesgos ergonómicos asociados a la manipulación de cargas y diseñar medidas correctivas y preventivas que contribuyan a mejorar la seguridad, el bienestar físico del trabajador y la eficiencia operacional. Bajo estas condiciones, el estudio propone como finalidad mejoras de desempeño laboral del personal del área de operaciones logísticas en cuanto a los principales riesgos dentro de la organización con el propósito de reducir los trastornos musculoesqueléticos.

Marco teórico

Logística

La logística constituye una función esencial dentro de la cadena de suministro, encargada de organizar, coordinar y asegurar el movimiento oportuno de bienes, documentación y flujos de información entre distintos puntos del sistema, con el propósito de responder de manera adecuada a las necesidades del cliente (Castellanos Ramírez, 2021). Su alcance se extiende a estructura integral que conforma el sistema de suministro abarcando desde el movimiento inicial de los insumos primarios hacia las instalaciones de producción, pasando por un almacenamiento de bienes terminados en centro de distribución, hasta la entrega final al consumidor, que se denomina logística de última milla.

Este campo abarca un conjunto de actividades que inician con el traslado de materias primas desde sus fuentes de origen hacia las plantas de producción, incluye la administración de inventarios, el manejo de almacenes, la preparación de pedidos y la distribución hacia centros logísticos o puntos de acopio, y culmina con la entrega final al usuario. Esta última etapa, conocida como logística de última milla, es una de las más críticas debido al nivel de

precisión y rapidez que exige, particularmente en actividades vinculadas al comercio digital y a las operaciones de entrega de paquetes.

Además de su función operativa, la logística moderna integra sistemas de información que permiten la trazabilidad en tiempo real, la optimización de rutas, el análisis de capacidad de carga y la planificación de recursos. Estas capacidades tecnológicas permiten anticipar demandas, reducir tiempos ociosos, disminuir costos operativos y mejorar la experiencia del cliente. En entornos como el sector courier y de distribución rápida, la logística se convierte en el eje central para mantener la competitividad, garantizar la continuidad de los procesos y responder a volúmenes crecientes de mercancía sin comprometer la seguridad ni la eficiencia.

Trastornos musculoesqueléticos

Una de las definiciones de los trastornos musculoesqueléticos o más conocido como TME tiene un conjunto de síntomas y lesiones que afectan tanto al sistema osteomuscular y a sus estructuras asociados. Donde comprende desde músculos, huesos, articulaciones, ligamentos, vasos sanguíneos y tendones (Unión Sindical Obrera, 2021).

En los entornos de trabajo los problemas musculoesqueléticos han pasado a ser afectaciones de salud más habituales. Su origen suele estar relacionado con tareas que exigen esfuerzos repetidos, adopción de posturas incómodas, levantamiento o traslado de cargas, movimientos repentinos o la permanencia prolongada en ciertas posiciones. La evidencia actual en ergonomía indica que estas alteraciones no aparecen de forma inmediata, sino que se van generando de manera progresiva por la suma constante de pequeñas lesiones, las cuales pueden evolucionar hacia problemas crónicos que disminuyen la capacidad física del trabajador y afectan su rendimiento diario.

Ergonomía y su relación con la salud ocupacional

La ergonomía es una disciplina de carácter multidimensional que tiene como finalidad el ambiente de trabajo se adapte a las habilidades y limitaciones del individuo, garantizando espacios seguros, cómodos y que permitan un rendimiento adecuado. La ergonomía tiene como finalidad de diseñar puestos, herramientas y entornos donde se ajusten al trabajador, reduciendo la probabilidad de enfermedades y lesiones ocupacionales. De hecho, (Betancourt, 1999) afirma que “La ergonomía se orienta a la adaptación de los puestos de trabajo a las características fisiológicas y psicológicas del trabajador, evitando posturas forzadas, esfuerzos excesivos y cargas mal distribuidas”. Esta orientación sitúa a la ergonomía como una disciplina preventiva, donde su objetivo es lograr el equilibrio entre las condiciones laborales y el ser humano. Al enfocarse en la eliminación de factores estresantes, como las cargas mal

distribuidas, posturas inadecuadas, el autor establece la base conceptual para el uso de metodologías y normativas que buscan reducir los trastornos musculoesqueléticos. Por lo tanto, cualquier análisis de riesgo laboral debe partir desde la adaptación del trabajo al trabajador y no al revés.

Justificación

La **importancia** de este análisis se fundamenta en que promueve la integración de la ergonomía dentro de los procesos logísticos como un componente esencial para el bienestar y desempeño del personal operativo. Al centrarse en la manipulación manual de cargas, se busca generar un impacto positivo en la salud de los trabajadores, reduciendo el riesgo de lesiones musculoesqueléticas y fomentando prácticas seguras que fortalezcan la productividad y la calidad del servicio ya que los resultados pueden servir como referencia para futuras investigaciones o proyectos similares dentro del sector logístico, consolidando así el compromiso de la empresa con la seguridad, la eficiencia y el bienestar de su talento humano.

El **impacto** que se busca alcanzar con esta propuesta va más allá de reducir riesgos físicos, también pretende fomentar una cultura de trabajo responsable, donde se priorice la prevención frente a la reacción, optimizando los procesos logísticos y disminuyendo la rotación de personal por causas médicas o fatiga laboral. La aplicación de principios ergonómicos puede traducirse en mejoras visibles en la eficiencia, la calidad del servicio y la satisfacción de los colaboradores.

En cuanto a su **utilidad**, este estudio permitirá identificar puntos críticos en la manipulación de cargas y ofrecer alternativas prácticas de mejora, como la adecuación de herramientas, rediseño de tareas o capacitación del personal. Estas acciones contribuirán a crear un entorno más seguro y ordenado, donde cada trabajador pueda desarrollar sus funciones sin comprometer su salud física.

Los **beneficiarios** directos serán los trabajadores del área operativa, quienes verán reducida su exposición a esfuerzos excesivos o posturas inadecuadas. A nivel indirecto, la organización también se beneficiará, ya que un entorno laboral más ergonómico favorece la productividad, disminuye el ausentismo y fortalece la imagen institucional frente a clientes y aliados.

Finalmente, la **factibilidad** La esencia del proyecto se fundamenta en que las mejoras propuestas no requieren grandes inversiones económicas, sino una adecuada planificación, compromiso del personal y aplicación progresiva de medidas técnicas y organizacionales. En

este sentido, el estudio resulta viable, oportuno y con potencial de replicarse en otras áreas de la empresa o en entornos logísticos similares.

Objetivos

Objetivo General

Proponer mejoras ergonómicas en la manipulación manual de cargas dentro del área de operaciones logísticas, a través del análisis técnico de alternativas ergonómicas, con el fin de disminuir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores y optimicen el proceso de carga y descarga.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar las condiciones actuales y puestos de trabajo del área de operaciones logísticas asociadas a la manipulación manual de cargas, mediante la observación directa y el uso de herramientas ergonómicas estandarizadas, identificando las principales deficiencias en las tareas operativas.
- Cuantificar el nivel de riesgo ergonómico asociado a las actividades de manipulación manual de cargas mediante la aplicación de métodos ergonómicos reconocidos, estableciendo el nivel de riesgo de exposición.
- Diseñar una propuesta de mejora ergonómica del proceso de manipulación manual de cargas, que incluya lineamientos de capacitación y control preventivo, orientados a reducir los riesgos ergonómicos y promover un entorno laboral seguro y eficiente.

CAPÍTULO II

Ingeniería del Proyecto

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

El presente estudio de trabajo se realizó en una organización que pertenece al sector logístico ecuatoriano, dedicada a dar sus servicios integrales en transporte, distribución gestión documental. Su actividad principal consiste en la recolección, clasificación, transporte y entrega de correspondencia y paquetería a nivel nacional e internacional, dando atención a clientes corporativos como a usuarios particulares.

A lo largo de su trayectoria, dicha organización ha evolucionado desde un modelo de mensajería tradicional hacia un sistema logístico más diversificado, incorporando servicios especiales como la logística inversa, gestión de carga y soporte de procesos aduaneros, permitiendo una cobertura amplia y una mayor eficiencia en sus tiempos de entrega.

La empresa cuenta con una estructura organizativa funcional compuesta por las áreas de Operaciones, Atención al Cliente, Comercial, Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) y Administración. El área de Operaciones concentra aproximadamente el **65% del personal total**, constituyéndose como el eje central del cumplimiento de los tiempos de entrega y de la trazabilidad de los envíos.

Las labores realizadas incluyen la carga y descarga manual de bultos, el traslado interno de mercancías, la verificación de guías de envío, así como el ordenamiento y clasificación según destino o tipo de servicio. Estas tareas, aunque fundamentales para la productividad, demandan un esfuerzo físico considerable, especialmente por la manipulación manual de cargas en posiciones poco ergonómicas y con limitada asistencia mecánica.

En promedio, el área procesa entre 3.000 y 4.000 paquetes diarios, con picos de hasta 6.000 durante temporadas de alta demanda. Las jornadas laborales tienen una duración de 8 horas, con rotaciones parciales de turno. Cada operador manipula manualmente entre 150 y 200 bultos diarios, con pesos que varían entre 10 y 20 kilogramos.

Tabla 1

Resumen de carga operativa promedio del área logística

Turno / Condición	Paquetes procesados diarios	Operadores activos	Bultos por operador	Peso promedio (kg)
Mañana	3 200	15	213	15
Tarde	3 800	15	253	15

Noche	4 100	15	273	15
Temporada alta	6 000	25	240	15
Turno crítico (mayor carga)	4 100	15	273	15

Nota. La tabla fue realizada por el investigador con base en observaciones directas del área de operaciones logísticas.

Durante las observaciones realizadas en campo se identificaron posturas inclinadas del tronco superiores a 60°, flexión prolongada de rodillas y rotación de columna durante la manipulación de los paquetes. Estas condiciones, sumadas a la repetitividad de los movimientos y la falta de ayudas ergonómicas, generan fatiga acumulativa trastornos musculoesqueléticos en espalda, cuello, tobillos y extremidades superiores.

Además, la organización promueve la sostenibilidad mediante el uso racional de recursos, la optimización de rutas de transporte y la inclusión de prácticas responsables con el medio ambiente. Su compromiso con la mejora continua se evidencia en la adopción de estándares de calidad orientados a garantizar la trazabilidad de los envíos y la satisfacción de los clientes.

El área de operaciones logísticas constituye el núcleo funcional de la empresa, ya que concentra las actividades relacionadas con la recepción, manipulación, clasificación, almacenamiento temporal y despacho de paquetes. En esta zona convergen tanto el personal operativo En esta zona converge tanto el personal operativo como el personal administrativo vinculado al área de operaciones logísticas, así como los medios físicos que intervienen en la manipulación manual de cargas.

Las labores realizadas en este entorno incluyen la carga y descarga manual de bultos, el traslado interno de mercancías, la verificación de guías de envío, así como el ordenamiento y clasificación según destino o tipo de servicio. Estas tareas, aunque fundamentales para la productividad, demandan un esfuerzo físico considerable, especialmente por la manipulación manual de cargas en posiciones poco ergonómicas y con limitada asistencia mecánica.

El personal del área está expuesto a posturas forzadas, movimientos repetitivos y levantamiento frecuente de pesos variables, lo que incrementa el riesgo de fatiga, lesiones musculoesqueléticas. A pesar de que existen procedimientos generales de seguridad, A pesar de que existen procedimientos generales de seguridad, no se dispone de lineamientos ergonómicos estandarizados que orienten la correcta manipulación de cargas ni la distribución adecuada de las zonas de trabajo.

Análisis del layout actual del área de operaciones logísticas

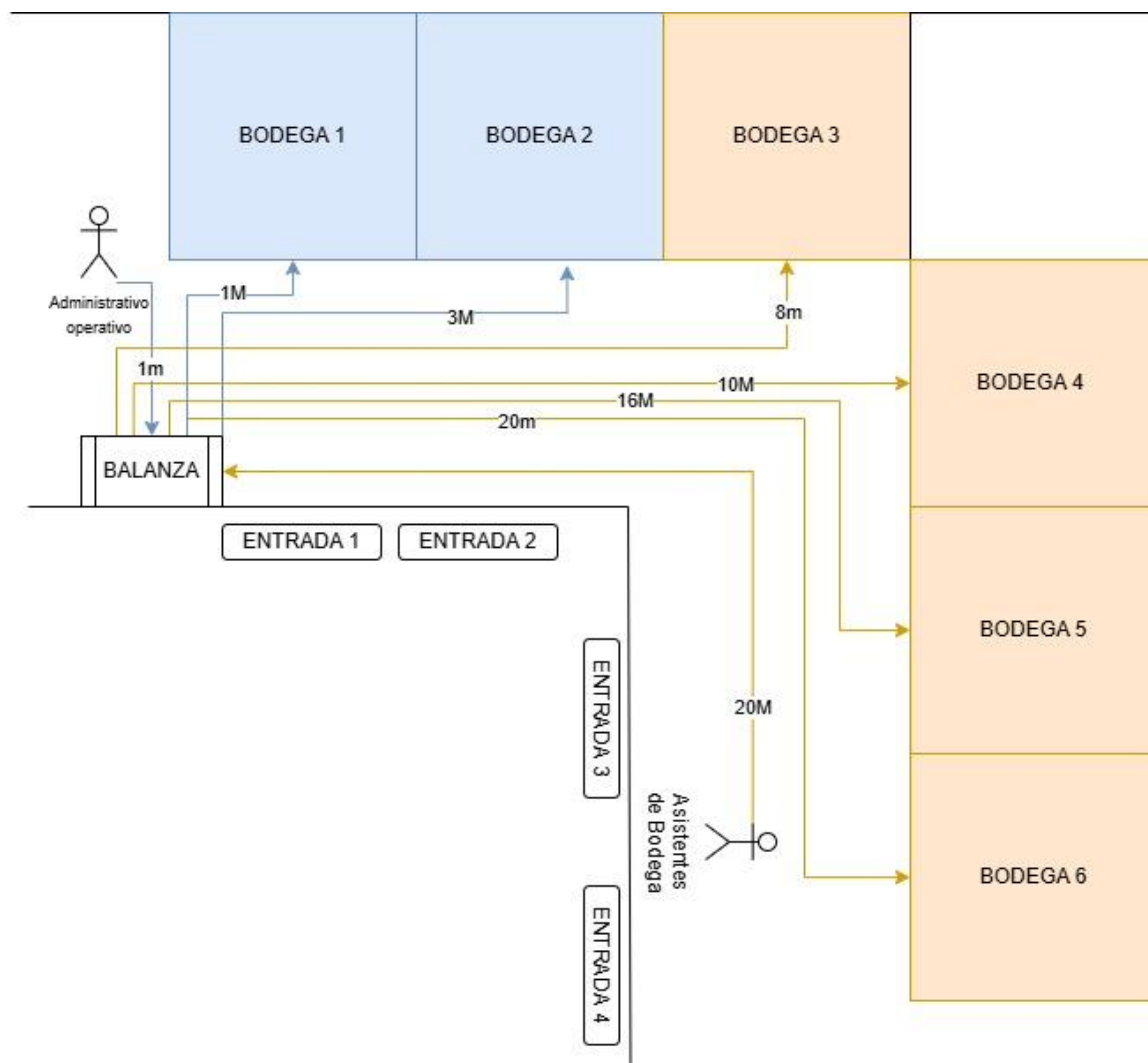
Como parte del diagnóstico de la situación actual del área de operaciones logísticas, se realizó el análisis del layout existente, con el propósito de identificar cómo la distribución física de los espacios influye en la manipulación manual de cargas y en las condiciones ergonómicas de trabajo. Este análisis permitió comprender la disposición de las áreas operativas, los recorridos realizados por el personal y la interacción entre los trabajadores, las cargas y los medios físicos disponibles.

El layout actual fue levantado a partir de la observación directa en campo, considerando la ubicación de zonas como recepción de paquetes, clasificación, almacenamiento temporal y despacho, así como los pasillos de circulación utilizados durante las actividades diarias. Este levantamiento permitió identificar recorridos prolongados, cruces innecesarios y zonas con espacio limitado, los cuales obligan al personal a realizar levantamientos manuales frecuentes, giros del tronco y desplazamientos con carga.

Las distancias representadas en el layout (1 m, 3 m, 8 m, 10 m, 16 m y 20 m) fueron obtenidas mediante medición directa en campo, utilizando como referencia los puntos de inicio y fin del recorrido real efectuado por el trabajador durante la ejecución de sus actividades. Estas distancias corresponden a trayectorias efectivamente recorridas y no a distancias lineales teóricas, ya que consideran el desplazamiento siguiendo pasillos, esquinas y obstáculos presentes en el área operativa. En este sentido, los recorridos reflejan el flujo real de movimiento del trabajador con carga, desde las zonas de recepción hasta la balanza y posteriormente hacia las bodegas de almacenamiento.

Figura 2

Layout actual del área de operaciones logísticas y flujo de manipulación de cargas



Nota. Elaborado por el investigador con base en la observación directa del proceso operativo.

El análisis de la distribución física evidenció que la ausencia de una organización ergonómica del espacio contribuye al incremento del esfuerzo físico del trabajador, especialmente durante las tareas de traslado y apilado de paquetes. Asimismo, se observó que la disposición actual no favorece el uso de ayudas mecánicas ni la adopción de posturas adecuadas durante la manipulación manual de cargas, lo que incrementa la exigencia física y el riesgo de fatiga musculoesquelética. El layout actual del área de operaciones logísticas se caracteriza por una distribución funcional diferenciada según el tipo de carga y el rol del personal involucrado en el proceso. La disposición de las áreas operativas responde a la recepción, pesaje y almacenamiento de paquetes, considerando tanto cargas de mayor peso como documentación y envíos de menor volumen.

En el caso del personal de bodega, la recepción de la carga se realiza principalmente a través de las entradas 3 y 4, por donde ingresa mercancía de mayor peso y volumen. Una vez recibida la carga, los asistentes de bodega se desplazan de manera directa hacia la zona de balanza, donde se efectúa el pesaje correspondiente como parte del control operativo. Posteriormente, los paquetes son transportados manualmente hacia las bodegas 3, 4, 5 y 6, destinadas al almacenamiento de este tipo de carga. Estas bodegas presentan mayor capacidad y dimensiones, debido a la naturaleza más pesada de los bultos que se gestionan en esta zona. Este flujo operativo implica recorridos repetitivos y desplazamientos con carga desde las entradas hasta la balanza y, posteriormente, hacia las bodegas asignadas, lo que incrementa la exigencia física sobre los asistentes de bodega, especialmente durante las actividades de traslado y apilado de paquetes. La longitud de los recorridos y la manipulación manual de cargas pesadas constituyen factores relevantes dentro del análisis ergonómico del proceso.

Por otro lado, el personal administrativo operativo gestiona principalmente la recepción de documentación y paquetes de menor peso, los cuales ingresan por las entradas 1 y 2. Este tipo de carga es trasladado hacia la balanza para su pesaje y control, y posteriormente almacenado en las bodegas 1 y 2, destinadas específicamente para este tipo de material. En este flujo, la exigencia física es menor en comparación con la del personal de bodega, debido a los menores pesos manipulados y a recorridos más cortos.

La distribución actual del layout permite diferenciar claramente los flujos de carga pesada y carga ligera; sin embargo, también evidencia una mayor concentración de esfuerzo físico en el personal de bodega, asociado a la manipulación manual de cargas de mayor peso y a desplazamientos repetitivos entre las zonas de recepción, pesaje y almacenamiento. Estas condiciones refuerzan la necesidad de analizar el layout desde un enfoque ergonómico, considerando la optimización de recorridos, la reducción del levantamiento manual directo y la incorporación de soluciones técnicas que disminuyan la carga física del trabajador.

Para complementar el análisis del layout, se realizó un análisis de flujo de recorrido, el cual permitió identificar la secuencia de desplazamientos efectuados por el trabajador y cuantificar las distancias recorridas durante el proceso operativo. Este análisis evidenció recorridos acumulados de hasta 20 metros en el manejo de carga pesada, así como trayectorias no optimizadas y cruces de flujo entre áreas. Estos resultados reflejan limitaciones en la distribución actual del espacio, lo que incrementa la exigencia física del trabajador y la ineficiencia en el manejo de materiales. En este sentido, se identifica la necesidad de aplicar metodologías formales de diseño de layout, como el método SLP (Systematic Layout Planning), en etapas posteriores del estudio.

Aplicación del método SLP (Systematic Layout Planning)

Con el propósito de complementar el análisis del layout actual, se aplicaron herramientas básicas del método SLP (Systematic Layout Planning) propuesto por Muther. Esta metodología permite analizar la relación entre las áreas de trabajo, el flujo de materiales y los recorridos efectuados durante la operación según la (Planificación sistemática de la distribución (SLP) | visTABLE®, 2014). Para ello se desarrolló una matriz de recorridos y un análisis relacional entre las áreas involucradas en la recepción, pesaje y almacenamiento de cargas.

La aplicación de estas herramientas permitió identificar las áreas con mayor interacción operativa y los recorridos más extensos realizados durante la manipulación manual de cargas, proporcionando información relevante para el diagnóstico ergonómico del proceso actual.

Tabla 2

Matriz de recorridos del flujo actual

Origen	Destino	Distancia (m)
Entrada 1	Balanza	1
Entrada 2	Balanza	1
Entrada 3	Balanza	20
Entrada 4	Balanza	20
Balanza	Bodega 1	1
Balanza	Bodega 2	3
Balanza	Bodega 3	8
Balanza	Bodega 4	10
Balanza	Bodega 5	16
Balanza	Bodega 6	20

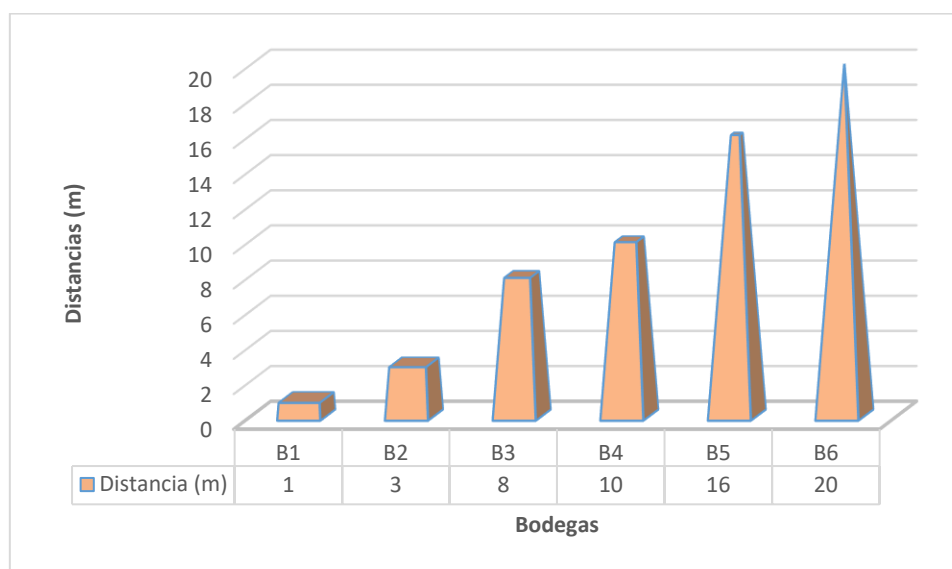
Nota. Elaborado por el investigador mediante medición directa en campo.

La matriz de recorridos permite cuantificar las distancias recorridas durante el flujo de materiales. Se observa que los mayores desplazamientos corresponden al manejo de carga pesada hacia las bodegas 4, 5 y 6, alcanzando recorridos de hasta 20 metros. Esta situación incrementa la demanda física del trabajador debido al transporte manual de cargas durante trayectos prolongados.

Se presenta las distancias recorridas desde la zona de balanza hacia las diferentes áreas de almacenamiento. Se observa que las bodegas 5 y 6 requieren los mayores desplazamientos,

alcanzando recorridos de 16 m y 20 m respectivamente. Estas distancias representan una mayor exigencia física para los trabajadores encargados de la manipulación manual de cargas, debido al incremento del tiempo de transporte y del esfuerzo asociado al traslado de los paquetes.

- Distancias recorridas desde la balanza hacia las áreas de almacenamiento



Los resultados muestran que las relaciones de mayor importancia corresponden a los flujos entre las entradas de recepción, la balanza y las bodegas destinadas al almacenamiento de carga pesada. Estas áreas concentran la mayor cantidad de movimientos y manipulación de materiales, por lo que cualquier modificación futura en la distribución deberá considerar prioritariamente dichas relaciones.

Tabla 3

Matriz relacional de áreas según SLP

Área	Entrada 1-2	Entrada 3-4	Balanza	Bodega 1-2	Bodega 3-6
Entrada 1-2	-	U	A	E	U
Entrada 3-4	U	-	A	U	E
Balanza	A	A	-	A	A
Bodega 1-2	E	U	A	-	U
Bodega 3-6	U	E	A	U	-

Nota. laborado por el investigador a partir de la matriz relacional de actividades, utilizando los criterios de cercanía propuestos por la metodología SLP (A, E, I, O, U y X).

Tabla 4

Significados de Codificación

Código	Significado
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinario
U	Sin importancia
X	Indeseable

La asignación de relaciones se realizó considerando la frecuencia de interacción, el flujo de materiales y la necesidad de proximidad entre las diferentes áreas operativas. Las relaciones clasificadas con el código A (Absolutamente necesario) corresponden a aquellas áreas que mantienen un flujo continuo de materiales durante la operación diaria, por lo que requieren ubicarse lo más próximas posible para minimizar desplazamientos y tiempos de recorrido.

Tabla 5

Codificación del diagrama relacional.

Código	Área
A	Entradas 1 y 2
B	Entradas 3 y 4
C	Balanza
D	Bodegas 1 y 2
E	Bodegas 3, 4, 5 y 6

Por su parte, las relaciones clasificadas como E (Especialmente importante) representan áreas que, aunque no mantienen una interacción permanente, presentan intercambios frecuentes de materiales que justifican una proximidad moderada dentro de la distribución física. Finalmente, las relaciones catalogadas como U (Sin importancia) corresponden a áreas que no presentan interacción directa significativa durante el proceso operativo, por lo que su cercanía física no resulta determinante para el desempeño de las actividades.

Tabla 6

Asignación de relaciones

Relación	Código
Entradas 1-2 ↔ Balanza	A
Entradas 3-4 ↔ Balanza	A
Balanza ↔ Bodega 1-2	A
Balanza ↔ Bodega 3-6	A
Entradas 1-2 ↔ Bodega 1-2	E
Entradas 3-4 ↔ Bodega 3-6	E
Bodega 1-2 ↔ Bodega 3-6	U

Nota. Elaborado por el investigador con base en la metodología SLP (Systematic Layout Planning) propuesta por Muther, considerando la frecuencia de interacción y el flujo de materiales entre las áreas operativas.

Con base en estas relaciones se elaboró el diagrama relacional de actividades, el cual permite visualizar gráficamente los niveles de proximidad requeridos entre las distintas áreas que conforman el proceso de operaciones logísticas.

Matriz IPER

La Matriz IPER constituye la herramienta principal para la identificación de peligros y la valoración del riesgo en las actividades operativas. Este instrumento permite analizar la probabilidad y la severidad de cada peligro presente en las tareas de carga, descarga, clasificación y traslado interno, considerando factores como la postura, la repetitividad, el esfuerzo físico y la manipulación de pesos variables. Su aplicación en el contexto logístico de la empresa permite priorizar las actividades que requieren intervención inmediata y establecer los criterios de acción preventiva. De esta manera, la Matriz IPER NTP 330 se convierte en la base para orientar decisiones sobre rediseño del puesto de trabajo y sobre la necesidad de incorporar ayudas mecánicas que reduzcan la exposición a riesgos ergonómicos elevados.

Para la aplicación de la Matriz IPER se realizó un levantamiento de información directamente en el área de operaciones logísticas, mediante observación en campo de las tareas críticas y entrevistas breves al personal operativo. Se evaluaron actividades como el levantamiento, traslado, apilamiento y clasificación manual de bultos, considerando la frecuencia de la tarea, el peso manipulado y la postura adoptada por el trabajador.

Tabla 7

Matriz IPER de riesgos ergonómicos NTP 330

MATRIZ DE RIESGOS																	
EVALUACIÓN DE RIESGOS EMPLEANDO NTP 330																	
ÁREA:		Operaciones Logísticas															
PROCESO:		Operaciones															
PUESTO DE TRABAJO:		Responsable de Bodega/Asistente de Bodega y Personal Administrativo Operativo															
DETALLE DE LAS ACTIVIDADES DEL PUESTO DE TRABAJO:		Recepción de paquetes y bultos provenientes del transporte externo. Levantamiento manual de cargas desde el nivel del suelo y estanterías. Transporte manual de cargas en recorridos aproximados de 15 metros dentro de la bodega. Permanencia prolongada de pie durante la jornada laboral.															
PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	Mujeres No.	Hombres No.	Total	TIPO DE RIESGO	FACTOR DE RIESGO	Nivel de deficiencia		Nivel de exposición		Nivel de Probabilidad		Nivel de consecuencias		Estimación del riesgo		
							calificación	valor	calificación	valor	valor	calificación	calificación	valor	valor	calificación	nivel de intervención
Operaciones	Responsable de Bodega / Asistentes de Bodega	1	2	3	Ergonómico	Levantamiento manual de cargas (≈15 kg, repetitivo)	Continua	4	Deficiente	6	24	Muy alta	Muy Grave	60	1440	Inadmisible	I – Corregir de inmediato
					Ergonómico	Transporte manual de cargas (recorridos ≈20 m)	Feciente	3	Deficiente	6	18	Alta	Muy Grave	60	1080	Inadmisible	I – Corregir de inmediato
					Ergonómico	Apilado y des-apilado manual de cargas en estanterías	Feciente	3	Deficiente	6	18	Alta	Muy Grave	60	1080	Inadmisible	I – Corregir de inmediato
	Administrativo operativo	1	1	2	Ergonómico	Manipulación manual de paquetes livianos (clasificación, entrega, acomodar en estantería baja)	Feciente	3	Mejorable	2	6	Media	Grave	25	150	Inaceptable	II – Corregir y adoptar controles
					Ergonómico	Traslado ocasional de cajas/archivadores entre estanterías y puestos de trabajo	Ocasional	2	Mejorable	2	4	Baja	Grave	25	100	Tolerable	III – Mejorar si es posible

Nota. Elaborado por el investigador con base en la metodología IPER (NTP 330).

Identificación de peligros y evaluación del riesgo ergonómico (IPER – NTP 330)

Con el propósito de identificar y evaluar los riesgos ergonómicos asociados a la manipulación manual de cargas, se aplicó la metodología IPER basada en la NTP 330, enfocando el análisis exclusivamente en aquellas actividades que implican levantamiento, transporte y apilado manual de cargas dentro del área de Operaciones Logísticas. La evaluación se desarrolló a nivel de puesto de trabajo, considerando al responsable y Asistentes de Bodega, así como al personal administrativo operativo que realiza apoyo diario en actividades de manipulación de paquetes. En total, se evaluaron cinco trabajadores, distribuidos en tres colaboradores de bodega (una mujer y dos hombres) y dos colaboradores administrativos (una mujer y un hombre).

Alcance de la evaluación

El alcance de la evaluación IPER se limitó a los factores de riesgo ergonómico directamente relacionados con la manipulación manual de cargas, excluyéndose otros riesgos ergonómicos no vinculados al objeto del estudio, tales como posturas sedentes prolongadas o tareas de digitación. Esta delimitación permitió mantener coherencia con el objetivo de la investigación y con el enfoque preventivo del análisis.

Para efectos de la evaluación, se consideró un peso promedio de carga de aproximadamente 15 kg, valor que corresponde a las condiciones reales observadas en el área de bodega y que es manipulado de forma repetitiva durante la jornada laboral. No obstante, si bien este peso es representativo de la operación, los resultados obtenidos mediante la ecuación de levantamiento de NIOSH evidencian que, bajo las condiciones específicas de ejecución de la tarea (postura, frecuencia, distancia y asimetría), dicho valor supera el límite recomendado, por lo que no puede considerarse ergonómicamente seguro.

A manera de ejemplo, para la actividad de levantamiento manual de cargas de 15 kg, se asignaron los siguientes valores:

$$ND = 6 \text{ (deficiente)}$$

$$NE = 4 \text{ (exposición continua)}$$

$$NC = 60 \text{ (consecuencias graves)}$$

Por lo tanto:

$$NP = ND \times NE = 6 \times 4 = 24$$

$$NR = NP \times NC = 24 \times 60 = 1440$$

Este valor corresponde a un nivel de riesgo inadmisibles, lo que implica la necesidad de intervención inmediata.

Tabla 8

Criterios de evaluación según la NTP 330

Parámetro	Denominación	Descripción	Criterios de clasificación
NE	Nivel de Exposición	Determina la frecuencia con la que los trabajadores realizan actividades de manipulación manual de cargas	Ocasional / Frecuente / Continua
NC	Nivel de Control	Evalúa la eficacia de las medidas preventivas existentes para el control del riesgo	Aceptable / Mejorable / Deficiente
NP	Nivel de Probabilidad	Resultado de la combinación entre el nivel de exposición y el nivel de control	$NP = NE \times NC$
NS	Nivel de Severidad	Estima la gravedad del daño potencial asociado a la actividad	Lesiones leves / Graves / Muy graves
NR	Nivel de Riesgo	Resultado de la combinación entre la probabilidad y la severidad del daño	$NR = NP \times NS \rightarrow$ Tolerable / Inaceptable / Inadmisible

Tabla 9

Criterios de evaluación según la NTP 330 - Nivel de Exposición

NIVEL DE EXPOSICIÓN	NE	SIGNIFICADO
Esporádica	1	Irregularmente, una vez al año
Ocasional	2	Alguna vez en su jornada laboral, 5 veces al año
Frecuente	3	Varias veces en su jornada laboral, aunque sea en periodos de tiempo muy cortos. Al menos una vez en su jornada laboral
Continua	4	Continuamente, varias veces en su jornada laboral con periodos de tiempo prolongados

Tabla 10

Criterios de evaluación según la NTP 330 – Nivel de Control

NIVEL DE CONTROL	NC	SIGNIFICADO
Aceptable	1	No se ha detectado anomalías. El Riesgo está controlado, no se valora.
Mejorable	2	Peligros de menor importancias. Las medidas son efectivas.
Deficiente	6	Existe algún Factor de Riesgo significativo. Las medidas de control son insuficientes.

Muy Deficiente	10	Existen Peligros Significativos. Las medidas de control son ineficaces o no existen.
----------------	----	--

Tabla 11

Criterios de evaluación según la NTP 330 – Nivel de Probabilidad

NIVEL DE PROBABILIDAD	NP	SIGNIFICADO
Baja	2-4	Situación mejorable con exposición esporádica. No se espera que se materialice el riesgo, pero es concebible.
Media	6-8	Situación deficiente con exposición esporádica o bien situación mejorable con exposición continua o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Alta	10-20	Situación deficiente o muy deficiente con exposición frecuencia, ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Muy Alta	24-40	Situación deficiente con exposición continua o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia

Tabla 12

Criterios de evaluación según la NTP 330 – Nivel de Severidad

NIVEL DE SEVERIDAD	NS	LESIONES PERSONALES	DAÑOS MATERIALES
Leve	10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Reparable sin necesidad de paro de actividades.
Grave	25	Lesiones con incapacidad laboral Transitoria.	Se requiere para de actividades para efectuar las reparaciones.
Muy Grave	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables.	Destrucción parcial del Sistema (Reparación costosa y compleja)
Mortal o Catastrófico	100	1 muerte o más.	Destrucción total del Sistema (Difícil renovarlo)

La asignación de los valores correspondientes al nivel de deficiencia (ND) se realizó en función de la existencia y eficacia de las medidas de control implementadas en el área de trabajo. Se asignó un valor de 6 (deficiente) en aquellas actividades donde no se evidencian controles ergonómicos adecuados, como el levantamiento y transporte manual de cargas sin apoyo mecánico. El valor de 4 (mejorable) se asignó cuando existen controles parciales, pero insuficientes para reducir el riesgo de manera efectiva. Finalmente, el valor de 2 (aceptable) corresponde a situaciones donde los controles son adecuados, aunque susceptibles de mejora.

El nivel de exposición (NE) fue determinado considerando la frecuencia de ejecución de las tareas durante la jornada laboral, asignándose valores altos en actividades repetitivas

como la manipulación manual de cargas. Por su parte, el nivel de consecuencias (NC) se estableció en función del daño potencial asociado, considerando principalmente la probabilidad de generar lesiones musculoesqueléticas, especialmente en la región lumbar, hombros y extremidades superiores.

Como resultado de esta evaluación de la matriz IPER, se evidencia que las actividades desarrolladas por el responsable y los Asistentes de Bodega presentan los niveles de riesgo más elevados. En particular, el levantamiento manual de cargas, el transporte manual en recorridos aproximados de 20 metros y el apilado y desopilado de cargas alcanzan valores de riesgo clasificados como inadmisibles, lo que indica la necesidad de implementar acciones correctivas de manera inmediata.

Cuestionario Nórdico de Kuorinka

El Cuestionario Nórdico de Kuorinka complementa esta evaluación mediante la identificación de molestias musculoesqueléticas reportadas directamente por los trabajadores. Su estructura permite registrar la presencia de dolor, su intensidad y la región corporal afectada, proporcionando un panorama claro de los sistemas musculares más comprometidos dentro del área de operaciones logísticas. La aplicación del cuestionario a la totalidad de los operadores permite establecer una relación directa entre las características biomecánicas de las tareas y los síntomas manifestados por el personal. Gracias a ello, es posible verificar si zonas como la región lumbar, los hombros o las muñecas están siendo afectadas por las posturas inclinadas, la manipulación repetitiva de bultos y la ausencia de elementos que faciliten el levantamiento y transporte de cargas.

El Cuestionario Nórdico de Kuorinka fue aplicado al personal operativo del área de operaciones logísticas, considerando trabajadores que realizan de forma habitual tareas de manipulación manual de cargas. La aplicación se efectuó durante la jornada laboral, garantizando la confidencialidad de las respuestas y la participación voluntaria de los trabajadores.

La información obtenida permitió identificar una mayor recurrencia de molestias musculoesqueléticas en la región lumbar, hombros y extremidades superiores, zonas directamente relacionadas con las tareas de levantamiento y traslado manual de bultos. Estos resultados refuerzan la necesidad de intervenir los puestos de trabajo desde un enfoque preventivo, priorizando aquellas actividades que generan mayor impacto físico sobre el trabajador.

Con base en la información recopilada, se elaboró una matriz de prevalencia de molestias musculoesqueléticas, identificando que las zonas con mayor afectación corresponden a los hombros, la región lumbar y las muñecas, con una prevalencia del 100% en los trabajadores evaluados. Por otro lado, el cuello y el codo presentan una prevalencia del 50%, evidenciando una afectación moderada en dichas zonas.

De manera global, el nivel de afectación musculoesquelética alcanzó un 80%, lo que corresponde a una condición crítica, indicando una alta exposición a factores de riesgo ergonómico dentro del área de operaciones logísticas.

Estos resultados evidencian que las actividades de manipulación manual de cargas generan una carga biomecánica significativa sobre los trabajadores, especialmente en las extremidades superiores y la zona lumbar. Asimismo, los hallazgos son coherentes con los resultados obtenidos en la matriz IPER y con la evaluación realizada mediante la ecuación de levantamiento de NIOSH, lo que refuerza la necesidad de implementar medidas correctivas orientadas a la reducción del esfuerzo físico y la mejora de las condiciones de trabajo.

Tabla 13

Matriz consolidada Nórdico de Kuorinka

Región corporal	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4	Prevalencia
Cuello	Sí	No	Sí	No	50%
Hombros	Sí	Sí	Sí	Sí	100%
Dorsal o Lumbar	Sí	Sí	Sí	Sí	100%
Codo o antebrazo	No	Sí	No	Sí	50%
Muñeca o mano	Sí	Sí	Sí	Sí	100%

Nota. Elaborado por el investigador con base en la información recopilada mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico a los trabajadores del área de operaciones logísticas.

Ecuación de NIOSH para la evaluación del levantamiento manual de cargas

Además de la matriz IPER y del Cuestionario Nórdico, se decidió aplicar la Ecuación de Levantamiento Revisada de NIOSH con el fin de evaluar de manera cuantitativa las

condiciones en las que se realizan los levantamientos manuales de cargas en el área de operaciones logísticas.

Este método permite determinar un Peso Límite Recomendado (RWL) para una determinada tarea de levantamiento y, a partir de ello, calcular el Índice de Levantamiento (LI), que compara el peso real manipulado con el valor recomendado. De esta forma, es posible establecer si la tarea representa un nivel aceptable, marginal o claramente riesgoso para la columna lumbar de los trabajadores.

El análisis se aplicó a las tareas de levantamiento que realizan los tres trabajadores de bodega y los dos trabajadores administrativos que apoyan diariamente en la manipulación de cargas, tomando como referencia los levantamientos más representativos y frecuentes de la jornada.

Para la aplicación de la ecuación NIOSH se seleccionó la tarea más crítica de levantamiento manual de cargas realizada por el responsable y los Asistentes de Bodega, definida de la siguiente manera:

- **Tarea evaluada:** levantamiento manual de cajas con un peso aproximado de 15 kg, desde el piso hasta una estantería baja, seguido de un corto desplazamiento hacia adelante.

Esta tarea se realiza de forma repetitiva durante la jornada, en actividades de recepción, clasificación y ubicación de paquetes. Se asumió que los tres trabajadores de bodega realizan esta tarea bajo condiciones similares, por lo que se consideró un levantamiento representativo para el cálculo. Es importante señalar que la ecuación de levantamiento de NIOSH evalúa únicamente la fase de levantamiento de la carga y no contempla el transporte manual prolongado. En la operación analizada, los trabajadores realizan desplazamientos de hasta 20 metros entre estaciones, lo que incrementa la exigencia física. Por lo tanto, los resultados obtenidos mediante este método podrían subestimar el nivel de riesgo real de la tarea.

Registro de variables del levantamiento

Las variables necesarias para la aplicación de la ecuación NIOSH se obtuvieron mediante observación y medición directa de la tarea. En la tabla siguiente se presentan los valores considerados para el análisis.

Con el fin de sustentar técnicamente los valores adoptados en los multiplicadores de la ecuación de NIOSH, se presentan a continuación extractos de las tablas normativas, adaptados a las condiciones específicas de la tarea evaluada.

Tabla 14

Variables del levantamiento manual evaluado según NIOSH

L (Load): peso real de la carga manipulada
H: distancia horizontal manos–tobillos
V: altura inicial de las manos respecto al suelo
D: desplazamiento vertical durante el levantamiento
A: ángulo de giro del tronco (asimetría)
F: frecuencia de levantamientos
C: calidad del agarre

Tabla 15

Extracto de la tabla de frecuencia (FM) de la ecuación NIOSH

Frecuencia (lev/min)	≤1 hora V<75 cm	>1-2 horas V<75 cm	>2-8 horas V<75 cm
1	0,94	0,88	0,75
2	0,91	0,84	0,65
3	0,88	0,79	0,55
4	0,84	0,72	0,45
5	0,80	0,60	0,35

Nota. El valor resaltado corresponde a la condición evaluada en la presente investigación (frecuencia de 3 levantamientos/minuto, duración ≤1 hora y altura vertical inicial inferior a 75 cm).

De acuerdo con las condiciones observadas en la tarea analizada, se registró una frecuencia de 3 levantamientos por minuto, una duración menor o igual a una hora y una altura vertical inicial de 40 cm ($V < 75$ cm). Por tal motivo, el valor seleccionado para el multiplicador de frecuencia fue $FM = 0,88$.

El peso de la carga (L) se estableció en 15 kg, correspondiente al valor promedio de los bultos manipulados durante la jornada laboral, determinado mediante observación directa en el área de operaciones logísticas.

Tabla 16

Valores utilizados en bodega

Peso de la carga (L): 15 kg
Distancia horizontal (H): 40 cm
Altura vertical inicial (V): 40 cm
Altura final: 100 cm
Desplazamiento vertical (D): 60 cm (100 cm – 40 cm)

Ángulo de asimetría (A): 30° (el trabajador gira el tronco para depositar la caja)
Frecuencia (F): 3 levantamientos/minuto, durante aproximadamente 60 minutos acumulados al día
Calidad de agarre (C): regular (cajas sin asas, con agarre aceptable pero no óptimo)

La ecuación de NIOSH define el Peso Límite Recomendado (RWL) como:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

donde:

- LC (Load Constant) = 23 kg (constante de carga base)
- HM (Horizontal Multiplier) = multiplicador horizontal
- VM (Vertical Multiplier) = multiplicador vertical
- DM (Distance Multiplier) = multiplicador de distancia vertical
- AM (Asymmetric Multiplier) = multiplicador de asimetría
- FM (Frequency Multiplier) = multiplicador de frecuencia
- CM (Coupling Multiplier) = multiplicador de acoplamiento

La constante de carga (LC) corresponde a un valor fijo de 23 kg establecido por la ecuación de levantamiento revisada de NIOSH. Este valor representa el peso máximo que un trabajador puede levantar bajo condiciones óptimas, es decir, cuando todos los multiplicadores adoptan un valor de 1. En la práctica, este valor se ajusta mediante la aplicación de los diferentes factores (HM, VM, DM, AM, FM y CM), los cuales reducen el peso límite recomendado en función de las condiciones reales de la tarea.

Tabla 17

Masa de referencia según normativa nacional

Trabajadores	Masa de referencia
Mujeres (20 a 45 años)	20 kg
Mujeres (<20 o >45 años)	15 kg
Hombres (20 a 45 años)	23 kg
Hombres (<20 o >45 años)	20 kg

De acuerdo con el Anexo 3 del Acuerdo Ministerial 196, se establecen valores de referencia para el levantamiento manual de cargas en función del sexo y la edad del trabajador. Estos valores corresponden a condiciones ideales de manipulación y sirven como criterio normativo para la protección de la salud ocupacional (Ivonne Núñez Figueroa, 2024).

A partir de las variables medidas, se obtienen los siguientes multiplicadores:

1. Multiplicador horizontal (HM)

$$HM = \frac{25}{H} = \frac{25}{40} = 0,625$$

2. Multiplicador Vertical (VM)

$$VM = 1 - 0,003 * |V - 75|$$

$$VM = 1 - 0,003 * |40 - 75| = 1 - 0,003 * 35 = 1 - 0,105 = 0.895$$

3. Multiplicador de distancia (DM)

$$DM = 0,82 + \frac{4,5}{D}$$

$$DM = 0,82 + \frac{4,5}{60} = 0,82 + 0,075 = 0,895$$

4. Multiplicador de Asimetría (AM)

$$AM = 1 - 0,0032 * A$$

$$AM = 1 - 0,0032 * 30 = 1 - 0,096 = 0,904$$

5. Multiplicador de Frecuencia (FM)

Para la frecuencia aproximada de 3 levantamientos/minuto y una duración de alrededor de 1 hora, las tablas de NIOSH indican un valor de FM=0,88 porque así lo indica la tabla bajo estas condiciones.

6. Multiplicador de Acoplamiento (CM)

Dado que el agarre se considera regular y el levantamiento se realiza desde una altura baja, se adopta un valor de **CM=0,95** según las tablas de NIOSH.

Tabla 18

Extracto de la tabla de acoplamiento (CM) de la ecuación NIOSH

Calidad de agarre	CM
Bueno	1,00
Regular	0,95
Malo	0,90

Considerando que las cajas no poseen asas y presentan un agarre aceptable pero no óptimo, se seleccionó la categoría de agarre regular, correspondiente a un valor de CM = 0,95 según las tablas del método NIOSH.

Sustituyendo todos estos valores tenemos en la ecuación lo siguiente:

$$RWL = 23 * 0,625 * 0,895 * 0,895 * 0,904 * 0,88 * 0,95 =$$
$$RWL = 9,06 \text{ kg}$$

Por lo tanto, el peso límite recomendado para esta tarea de levantamiento, bajo las condiciones observadas, es de aproximadamente 8,6kg

7. Cálculo del índice de levantamiento (LI)

El Índice de Levantamiento (LI) se determina comparando el peso real de la carga con el peso límite recomendado:

$$LI = \frac{L}{RWL}$$

Donde:

L= 15 kg (peso real de la caja)

RWL= 9,06 kg

$$LI = \frac{15}{9,06} = 1,66$$

El resultado obtenido a partir de la aplicación de la Ecuación de Levantamiento Revisada de NIOSH evidencia que el Peso Límite Recomendado (RWL) para la tarea evaluada es de aproximadamente 8,6 kg, valor significativamente inferior al peso real de la carga manipulada por los trabajadores, que asciende a 15 kg. Esta diferencia indica que las condiciones bajo las cuales se realiza el levantamiento manual no son ergonómicamente adecuadas y superan los límites recomendados para la protección de la salud musculoesquelética.

El Índice de Levantamiento (LI) calculado fue de 1,73, lo que representa una condición de riesgo elevada, considerando que valores de LI superiores a 1 indican un incremento progresivo de la probabilidad de lesiones en la región lumbar. En este sentido, el valor obtenido refleja que la tarea analizada impone una carga física excesiva sobre el trabajador y no puede ser considerada segura bajo las condiciones actuales de ejecución.

El valor elevado del LI se encuentra directamente asociado a la combinación de varios factores desfavorables identificados durante el análisis, tales como la distancia horizontal entre la carga y el cuerpo del trabajador, la baja altura inicial del levantamiento, el desplazamiento vertical significativo, la presencia de asimetría del tronco y la frecuencia de ejecución de la tarea. Estos factores, al actuar de manera conjunta, incrementan la exigencia biomecánica sobre la columna vertebral y explican la reducción del peso límite recomendado obtenido mediante el método NIOSH.

Método Mac

El método MAC (Manual Handling Assessment Charts) es una herramienta de evaluación ergonómica desarrollada para identificar y valorar el nivel de riesgo asociado a tareas de manipulación manual de cargas, especialmente aquellas que implican levantamiento, transporte, empuje, tracción y apilado de objetos (Health and Safety Executive, 2025). Este método se basa en la valoración cualitativa de distintos factores de riesgo, los cuales son representados mediante niveles de severidad que permiten determinar la necesidad de implementar medidas preventivas o correctivas en función del riesgo identificado.

El análisis se centró en las condiciones reales de trabajo observadas durante la jornada laboral, considerando el peso de las cargas, la frecuencia de manipulación, la distancia recorrida y las posturas adoptadas por el personal operativo. En el presente estudio, el método MAC se aplicó exclusivamente a las tareas de transporte manual de cargas y apilado/desapilado en estanterías, identificadas previamente como actividades críticas en la matriz IPER del área de bodega.

Como complemento a la Matriz IPER (NTP 330) y a la Ecuación de Levantamiento Revisada de NIOSH, se aplicó el método MAC (Manual Handling Assessment Charts), desarrollado por el Health and Safety Executive (HSE) del Reino Unido, con el fin de evaluar de manera estructurada los riesgos asociados a la manipulación manual de cargas en el área de operaciones logísticas. A diferencia de una valoración cualitativa general, el MAC exige identificar primero el tipo de tarea (levantamiento/descenso, transporte o levantamiento en equipo), evaluar cada uno de los factores de riesgo definidos para ese tipo de tarea mediante las gráficas y tablas oficiales del instrumento, asignar a cada factor una banda de color (verde, naranja, rojo o morado) con su puntaje numérico correspondiente, y sumar los puntajes obtenidos para determinar qué factores requieren intervención prioritaria.

En el área de bodega se identificaron dos tareas de naturaleza distinta, por lo que se aplicaron dos instrumentos MAC diferentes: el instrumento de Transporte monotarea, para el traslado manual de cajas entre la zona de recepción y las estanterías de almacenamiento, y el instrumento de Levantamiento/Descenso monotarea, para el apilado y desapilado manual de cajas en los distintos niveles de estantería.

A partir de la observación directa de las tareas y de la información recopilada en el área de bodega, se procedió a la valoración de cada uno de los factores establecidos por el método MAC, asignando un nivel de riesgo de acuerdo con las condiciones reales de ejecución de las actividades evaluadas.

Evaluación del transporte manual de cargas

La tarea evaluada corresponde al transporte manual de cajas con un peso aproximado de 15 kg, en recorridos internos de hasta 20 metros, realizados por el responsable y los asistentes de bodega durante las actividades de recepción, almacenamiento y despacho de mercancía

Tabla 19

Evaluación mediante el instrumento MAC – Transporte manual de cargas

Factor	Condición observada	Banda de color	Puntaje
A. Peso de la carga y frecuencia	Cajas de 15 kg, manipulación repetitiva (frecuencia estimada en 3 traslados/minuto, según el diagnóstico NIOSH)	Naranja	4
B. Distancia de manos a la región lumbar	Brazos alejados del cuerpo y tronco inclinado durante el traslado	Rojo	6
C. Carga asimétrica sobre la espalda	Carga sostenida con ambas manos al frente del cuerpo	Verde	0
D. Restricciones posturales	No se identifican espacios que obliguen a girar o reacomodar la carga durante el recorrido	Verde	0
E. Acoplamiento mano-objeto	Cajas sin asas, agarre regular	Naranja	1
F. Superficie de tránsito	Piso de bodega seco, sin reporte de deterioro	Verde	0
G. Otros factores ambientales	No se reportan condiciones extremas de temperatura, iluminación o corrientes de aire	Verde	0
H. Distancia de traslado	Recorridos internos de hasta 20 metros (superior a 10 m)	Rojo	3
I. Obstáculos en la ruta	Tránsito interno compartido con otros trabajadores y materiales; no se reportan rampas ni escaleras	Naranja	2
Puntaje total			16

Nota. Elaborado por el investigador a partir de las Manual Handling Assessment Charts (the MAC tool) del HSE, adaptadas por el Instituto de Salud Pública de Chile. El puntaje del factor A se estimó a partir de la frecuencia reportada en el diagnóstico NIOSH

De los nueve factores evaluados, cuatro resultan verdes (carga asimétrica, restricciones posturales, superficie de tránsito y otros factores ambientales), tres se ubican en banda naranja (peso y frecuencia, acoplamiento mano-objeto y obstáculos en la ruta) y dos en banda roja (distancia de manos a la región lumbar y distancia de traslado). Dado que no todos los factores resultan verdes, el procedimiento del MAC indica que es necesario intervenir para reducir el riesgo, priorizando los factores en banda roja. Esta priorización es coherente con las medidas planteadas en el Capítulo III, ya que el rediseño de layout y la incorporación de la mesa elevadora con ruedas actúan directamente sobre la distancia de traslado y la distancia de manos a la región lumbar, respectivamente.

El puntaje total obtenido (16 puntos) supera ampliamente el umbral de referencia de 5 puntos posteriores a la intervención que la metodología establece para decidir si corresponde aplicar un método de evaluación avanzada (NIOSH, LT-ISO, KIM o TLM). Este resultado confirma, desde un instrumento de evaluación inicial, la pertinencia de haber aplicado adicionalmente la Ecuación de Levantamiento Revisada de NIOSH para profundizar el análisis cuantitativo de la tarea.

Figura 3

Clasificación de nivel de riesgo MAC

Verde (V): Nivel de riesgo bajo Se debería considerar la vulnerabilidad de ciertas personas Ej: mujeres, trabajadores jóvenes, etc.)
Naranja (N): Nivel de riesgo moderado Aunque no existe una situación de riesgo alto, es recomendable examinar la tarea cuidadosamente.
Rojo (R): Nivel de riesgo alto Se requiere introducir mejoras pronto. Esta situación podría exponer a riesgo de lesiones a la espalda, a una proporción significativa de trabajadores.
Morado (M): Nivel de riesgo muy alto La tarea evaluada podría representar riesgo serio de lesiones a la espalda por lo que debería analizarse detenidamente para introducir mejoras.

Evaluación del apilado y desapilado en estanterías

La segunda tarea evaluada corresponde al apilado y desapilado manual de cajas de aproximadamente 15 kg en los niveles bajo y medio de las estanterías de bodega. Dado que esta actividad implica subir o bajar la carga entre distintas alturas, se evaluó mediante el instrumento MAC de Levantamiento/Descenso monotarea, y no mediante el instrumento de transporte, ya que este último no contempla el factor de distancia vertical de levantamiento.

Factor	Condición observada	Banda de color	Puntaje
A. Peso de la carga y frecuencia	Cajas de 15 kg, manipulación repetitiva durante la jornada	Naranja	4
B. Distancia de manos a la región lumbar	Brazos parcialmente extendidos al alcanzar la carga en la estantería	Naranja	3
C. Distancia vertical de levantamiento	Manipulación desde el nivel del piso o estantería baja (condición más desfavorable observada)	Rojo	3
D. Torsión y lateralización de tronco	Giro del tronco al acomodar la carga en los distintos niveles de la estantería	Naranja	1
E. Restricciones posturales	Espacio reducido entre pasillos de estantería	Naranja	1
F. Acoplamiento mano-objeto	Cajas sin asas, agarre regular	Naranja	1
G. Superficie	Piso de bodega seco, sin reporte de deterioro	Verde	0
H. Otros factores ambientales	No se reportan condiciones extremas	Verde	0
Puntaje total			13

Nota. La tabla fue realizada por el investigador con datos Apilado y desapilado manual en estanterías

La evaluación realizada mediante el método MAC evidencia que las tareas de transporte manual y apilado/des-apilado de cargas en el área de bodega presentan un nivel de riesgo

ergonómico alto. Este resultado se debe principalmente al peso de las cargas manipuladas, la frecuencia de ejecución de las tareas, las distancias recorridas y las posturas adoptadas durante la jornada laboral, lo que confirma la necesidad de implementar medidas correctivas prioritarias.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del método MAC evidencian que las tareas de transporte manual de cargas y apilado/des-apilado presentan un nivel de riesgo ergonómico alto, debido principalmente al peso manipulado, la frecuencia de ejecución, las distancias recorridas y las posturas forzadas adoptadas por los trabajadores. En consecuencia, se identifica la necesidad de implementar medidas correctivas de forma prioritaria con el fin de reducir la exposición del personal a riesgos musculoesqueléticos.

Conclusión del diagnóstico

A partir del diagnóstico realizado en el área de operaciones logísticas, se evidencia que las actividades de manipulación manual de cargas se desarrollan bajo condiciones ergonómicas desfavorables, caracterizadas por una alta frecuencia de levantamientos, manipulación de cargas con pesos significativos y adopción de posturas forzadas durante la ejecución de las tareas. Estas condiciones generan una elevada exigencia física sobre el personal operativo y afectan directamente la salud musculoesquelética de los trabajadores, así como el desempeño del proceso de carga y descarga. El análisis del layout actual del área de operaciones logísticas permitió evidenciar que la distribución física del espacio influye directamente en la exigencia física del personal, especialmente del personal de bodega. La ubicación de las entradas de carga pesada, la centralización del pesaje en la zona de balanza y los recorridos repetitivos hacia las bodegas de almacenamiento generan desplazamientos prolongados con carga, giros del tronco y levantamientos manuales sucesivos, lo que incrementa el esfuerzo físico y agrava las condiciones ergonómicas identificadas. Si bien el layout actual diferencia los flujos de carga pesada y carga ligera, este no favorece la reducción del esfuerzo físico ni la optimización de los recorridos operativos.

La aplicación de la Matriz IPER (NTP 330) permitió identificar y priorizar las actividades con mayor nivel de riesgo ergonómico, determinando que las tareas de levantamiento, transporte y apilado manual de cargas realizadas por el responsable y los asistentes de bodega presentan niveles de riesgo clasificados como inadmisibles, lo que evidencia la necesidad de implementar acciones correctivas de manera inmediata. De igual forma, el personal administrativo operativo que apoya en estas actividades presenta niveles de

riesgo inaceptables y tolerables, lo que refleja una exposición recurrente a esfuerzos físicos no planificados.

De manera complementaria, los resultados obtenidos mediante el Cuestionario Nórdico de Kuorinka confirman la presencia frecuente de molestias musculoesqueléticas en regiones corporales críticas, principalmente en la zona lumbar, los hombros y las extremidades superiores. Estas molestias se encuentran directamente relacionadas con las exigencias físicas del proceso, la repetitividad de los movimientos y la ausencia de ayudas mecánicas que faciliten la manipulación segura de las cargas.

Con el fin de reforzar el diagnóstico desde un enfoque cuantitativo, se aplicó la Ecuación de Levantamiento Revisada de NIOSH a la tarea más crítica identificada durante la observación en campo. Con el fin de reforzar el diagnóstico desde un enfoque cuantitativo, se aplicó la Ecuación de Levantamiento Revisada de NIOSH a la tarea más crítica identificada durante la observación en campo. El análisis determinó un Peso Límite Recomendado (RWL) de aproximadamente 9,06 kg, valor inferior al peso real manipulado por los trabajadores, que asciende a 15 kg. Como resultado, el Índice de Levantamiento (LI) obtenido fue de 1,66, lo que indica que la tarea evaluada supera los límites recomendados y representa una condición de riesgo ergonómico para la columna lumbar, requiriéndose la implementación de medidas correctivas para disminuir la exposición al sobreesfuerzo físico.

El análisis integrado de las herramientas aplicadas Matriz IPER (NTP 330), Cuestionario Nórdico de Kuorinka, Ecuación de Levantamiento Revisada de NIOSH y método MAC permite concluir que las condiciones actuales de manipulación manual de cargas en el área de operaciones logísticas exceden los parámetros ergonómicos recomendados desde una perspectiva preventiva, sintomatológica y biomecánica. Esta situación confirma la existencia de sobreesfuerzo físico, un elevado riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos y una necesidad clara de implementar intervenciones técnicas orientadas a mejorar las condiciones ergonómicas del proceso.

Adicionalmente, la aplicación del método MAC permitió evaluar de manera específica las tareas de transporte manual de cargas y el apilado y des-apilado en estanterías, actividades que implican recorridos internos, manipulación repetitiva y posturas forzadas del tronco. Adicionalmente, la aplicación del método MAC permitió evaluar de manera específica las tareas de transporte manual de cargas y el apilado y desapilado en estanterías, actividades que implican recorridos internos, manipulación repetitiva y posturas forzadas del tronco. Los resultados obtenidos evidenciaron un puntaje de 16 para la tarea de transporte manual de cargas y de 13 para el apilado y desapilado en estanterías, identificándose como factores de mayor

criticidad la distancia de traslado, la distancia entre la carga y el cuerpo del trabajador, la altura de manipulación y las posturas adoptadas durante la ejecución de las actividades. Estos resultados complementan los obtenidos mediante la Ecuación de Levantamiento Revisada de NIOSH y confirman la necesidad de implementar medidas ergonómicas orientadas a reducir la exposición del personal a riesgos musculoesqueléticos.

Tabla 20

Cuadro comparativo de resultados del diagnóstico ergonómico en el área de operaciones

logísticas

Elemento analizado	Herramienta aplicada	Aspectos evaluados	Resultados principales
Manipulación manual de cargas	Observación directa	Frecuencia de levantamientos, peso de cargas y posturas adoptadas.	Alta frecuencia de levantamientos, manipulación de cargas de hasta 15 kg y posturas forzadas.
Distribución física del área	Análisis del layout actual	Ubicación de entradas, balanza y bodegas; recorridos internos.	Recorridos prolongados con carga, giros del tronco y levantamientos sucesivos, especialmente en bodega.
Riesgos ergonómicos en bodega	Matriz IPER (NTP 330)	Levantamiento, transporte y apilado manual de cargas.	Riesgos clasificados como inadmisibles en asistentes de bodega.
Riesgos ergonómicos en apoyo administrativo	Matriz IPER (NTP 330)	Manipulación ocasional de cargas ligeras.	Riesgos clasificados como inaceptables y tolerables.
Molestias musculoesqueléticas	Cuestionario Nórdico de Kuorinka	Regiones corporales afectadas	Alta frecuencia de molestias en zona lumbar, hombros y extremidades superiores.
Levantamiento manual crítico	Ecuación de Levantamiento Revisada de NIOSH	Peso levantado vs. peso recomendado	$RWL \approx 8,6$ kg; peso real = 15 kg; $LI = 1,73$
Transporte y apilado de cargas	Método MAC	Peso, frecuencia, distancia recorrida y entorno	Nivel de riesgo ergonómico alto en transporte y apilado/desapilado.
Análisis integral del proceso	Análisis conjunto	Resultados de todas las herramientas	Condiciones que exceden los parámetros ergonómicos recomendados.

En este contexto, el diagnóstico realizado constituye una base técnica sólida para la formulación de una propuesta de mejora ergonómica, orientada a reducir el esfuerzo físico

asociado al levantamiento manual de cargas, mejorar las condiciones posturales del trabajador y optimizar el proceso de carga y descarga en el área de operaciones logísticas. Sobre esta base se desarrolla el Capítulo III, donde se presenta la propuesta técnica diseñada para dar respuesta a las deficiencias identificadas.

Área de estudio

- **Dominio:** Tecnología y sociedad
- **Líneas de investigación:** Seguridad, salud laboral y ambiente
- Sub-líneas de investigación:
- **Campo:** Ingeniería Industrial
- **Área:** Operaciones logísticas y administrativas.
- **Aspectos:** Ergonomía en operaciones logísticas.
- **Objeto de estudio:** Condiciones ergonómicas en el área de operaciones logísticas de una empresa de Courier.
- **Periodo de análisis:** octubre 2025 / marzo 2026

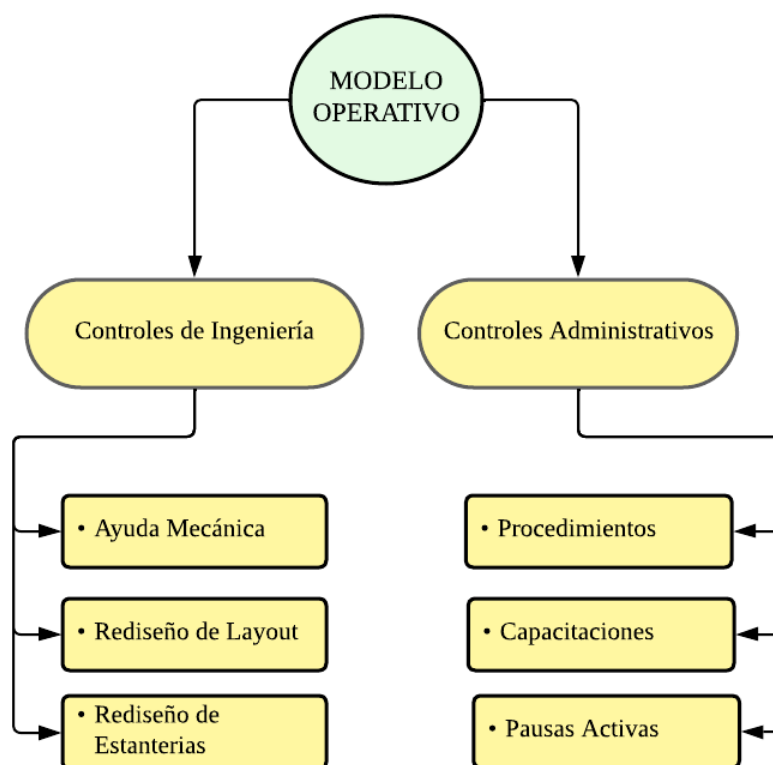
Modelo operativo

Con el fin de estructurar de manera ordenada el desarrollo del presente estudio, se definió un modelo operativo que permite visualizar la secuencia metodológica seguida desde la delimitación del área de estudio hasta la formulación de la propuesta. Dicho modelo facilita la comprensión del proceso de análisis aplicado y asegura la coherencia entre las actividades desarrolladas y los objetivos planteados.

Ingeniería

Figura 4

Modelo operativo del estudio



Nota. Elaborado por el investigador sobre el modelo operativo muestra el enfoque de intervención propuesto para la mejora de las condiciones ergonómicas del área de operaciones logísticas.

Como se observa en la **Figura 4**, el modelo operativo inicia con la delimitación del área de estudio y la observación directa del proceso operativo, etapas que permiten identificar las condiciones reales de trabajo. Posteriormente, el modelo operativo presentado se estructura como la base conceptual de la propuesta de mejora ergonómica desarrollada en el Capítulo III, y se fundamenta en los resultados obtenidos durante el diagnóstico del área de operaciones logísticas. Dicho modelo tiene como finalidad establecer un enfoque sistemático de intervención orientado a la reducción del riesgo ergonómico asociado a la manipulación manual de cargas, priorizando acciones de control acordes con la naturaleza de los riesgos identificados.

Desarrollo del modelo operativo

Controles de Ingeniería

Corresponden a medidas orientadas a modificar las condiciones físicas del entorno de trabajo con el propósito de reducir la exposición al riesgo ergonómico. Estas acciones actúan

directamente sobre el espacio, los equipos y la disposición del área operativa, permitiendo disminuir el esfuerzo físico requerido y limitar la adopción de posturas forzadas durante la ejecución de las tareas.

Ayuda mecánica

Las ayudas mecánicas se incorporan con el objetivo de disminuir la carga física directa sobre el trabajador durante las tareas de manipulación manual de cargas. Su aplicación permite reducir el esfuerzo requerido en el levantamiento y transporte de cajas, minimizando la exigencia biomecánica y el riesgo de lesiones musculoesqueléticas en el personal operativo.

Rediseño de Layout

El rediseño del layout se orienta a reorganizar la distribución física del área de bodega para reducir recorridos innecesarios y optimizar los flujos operativos. Esta acción busca disminuir las distancias de transporte manual, mejorar la secuencia de trabajo y reducir la fatiga asociada a desplazamientos prolongados con carga.

Rediseño de estanterías

El rediseño de las estanterías tiene como finalidad adecuar las alturas de almacenamiento a rangos ergonómicamente seguros. Esta medida permite reducir levantamientos desde niveles muy bajos o elevados, limitando la adopción de posturas forzadas y facilitando una manipulación más segura de las cargas.

Controles Administrativos

Se refieren a acciones organizativas y de gestión destinadas a regular la forma en que se realizan las actividades laborales. Estas medidas buscan reducir la exposición al riesgo ergonómico mediante la planificación del trabajo, la estandarización de procedimientos, la capacitación del personal y la implementación de prácticas preventivas que mejoren la seguridad operativa.

Procedimientos

La estandarización de procedimientos permite establecer lineamientos claros para la manipulación manual de cargas, definiendo prácticas seguras durante el levantamiento, transporte y apilado. Estos procedimientos contribuyen a reducir la variabilidad en la ejecución de las tareas y a fortalecer el control operativo del riesgo ergonómico.

Capacitaciones

Las capacitaciones están orientadas a fortalecer los conocimientos y habilidades del personal en materia de ergonomía y manipulación segura de cargas. A través de estas acciones

se promueve la adopción de posturas adecuadas, el uso correcto de ayudas mecánicas y la concienciación sobre la prevención de lesiones musculoesqueléticas.

Pausas Activas

Las pausas activas se implementan como una medida preventiva para reducir la fatiga física acumulada durante la jornada laboral. Su aplicación favorece la recuperación muscular, mejora la circulación y contribuye a disminuir la tensión generada por tareas repetitivas y esfuerzos físicos continuos

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

La presente propuesta de mejora ergonómica se formula a partir de los resultados obtenidos durante el diagnóstico del área de operaciones logísticas, en el cual se identificaron niveles elevados de riesgo asociados a la manipulación manual de cargas. La propuesta se orienta a reducir la exposición del personal a esfuerzos físicos excesivos, mejorar las condiciones de trabajo y optimizar los procesos operativos, mediante la aplicación de controles de ingeniería y controles administrativos.

Las acciones planteadas priorizan la intervención sobre el entorno físico de trabajo, considerando criterios ergonómicos, operativos y de factibilidad, con el fin de generar mejoras sostenibles que contribuyan a la seguridad, salud y desempeño del personal del área de bodega.

Controles de Ingeniería

Los controles de ingeniería constituyen el eje principal de la propuesta de mejora ergonómica, ya que permiten actuar directamente sobre el origen del riesgo mediante la modificación del entorno físico y la incorporación de soluciones técnicas. En el presente estudio, estos controles se orientan a reducir la manipulación manual directa de cargas, disminuir los recorridos internos y limitar la adopción de posturas forzadas durante las actividades operativas del área de bodega.

Dentro de los controles de ingeniería propuestos se incluyen la implementación de ayudas mecánicas, el rediseño del layout del área de bodega y la adecuación de las estanterías de almacenamiento, los cuales se desarrollan de manera específica en los apartados siguientes.

Ayuda mecánica

- La incorporación de ayudas mecánicas se plantea como una alternativa prioritaria para reducir la carga física soportada por los trabajadores durante las tareas de levantamiento, transporte y apilado de cargas. Estas soluciones permiten disminuir el esfuerzo biomecánico requerido, mejorar la estabilidad durante la manipulación de los materiales y reducir la probabilidad de lesiones musculoesqueléticas asociadas a la sobrecarga física.
- Con base en las condiciones observadas en el área de bodega y en las tareas críticas identificadas, se proponen las siguientes alternativas de ayuda mecánica, las cuales se ajustan a las necesidades operativas del proceso logístico y al espacio disponible.

Alternativa 1: Transporte por rodillos

El sistema de transporte por rodillos se plantea como una solución para facilitar el desplazamiento horizontal de las cargas en trayectos cortos y repetitivos. Esta alternativa permite reducir el esfuerzo asociado al empuje y traslado manual de cajas, especialmente en zonas de recepción y despacho, contribuyendo a disminuir la exigencia física del personal durante el movimiento continuo de mercancía.

Figura 5

Transportador de rodillos



Nota. Sistema de transporte por rodillos utilizado para el desplazamiento horizontal de cargas. Adaptado de (Eurotransis, s.d.)

Alternativa 2: Carrito de carga

El carrito de carga es un equipo móvil diseñado para el transporte manual de cargas dentro del área operativa. Su uso permite trasladar una o varias cajas por viaje, distribuyendo el peso de manera más uniforme y reduciendo el esfuerzo físico requerido durante recorridos internos, especialmente en distancias medias y variables.

Figura 6

Carrito de Carga



Nota. Sistema de transporte por rodillos utilizado para el desplazamiento horizontal de cargas.
Adaptado de (Essensoluciones.uy, s.d.)

Alternativa 3: Mesa elevadora con ruedas

La mesa elevadora con ruedas es un equipo móvil que permite ajustar la altura de trabajo durante la manipulación de cargas. Esta alternativa facilita el levantamiento y apilado de cajas a alturas ergonómicamente seguras, reduciendo la necesidad de flexión del tronco y mejorando la postura del trabajador durante las tareas operativas.

Figura 7

Mesa elevadora con ruedas



Nota. Sistema de transporte por rodillos utilizado para el desplazamiento horizontal de cargas.
Adaptado (Carbone, s f..)

Cuadro comparativo de alternativas de ayuda mecánicas

Con el fin de seleccionar la alternativa de ayuda mecánica más adecuada para el área de bodega, se elaboró un cuadro comparativo de las opciones propuestas: transporte por rodillos, carrito plataforma y mesa elevadoras. En la tabla siguiente se resumen sus capacidades de carga, rangos de altura de trabajo, principales ventajas ergonómicas y nivel de adaptabilidad al espacio disponible.

Tabla 21

Comparación de alternativas de ayuda mecánica para el área de bodega.

Alternativa	Capacidad de carga aproximada	Rango de altura de trabajo	Ventajas ergonómicas principales	Adaptabilidad al espacio
Transporte por rodillos	Hasta 50 kg por caja	Altura fija de trabajo $\approx$ 70–80 cm	Reduce el esfuerzo en el desplazamiento horizontal, disminuye el empuje manual y la fatiga.	Baja; requiere instalación fija

Carrito plataforma elevadora	Hasta 200 kg por viaje	Altura fija $\approx$ 40–50 cm	Disminuye esfuerzo en recorridos internos y mejora la movilidad	Alta; buena movilidad en pasillos
Mesa elevadora	Hasta 300 kg	Desde 40 cm hasta 100 cm	Reduce flexión del tronco, evita levantamientos desde el suelo y mejora la postura	Alta; movilidad y uso flexible

A partir de la información presentada en el cuadro comparativo de alternativas de ayuda mecánica, se realizó una valoración cualitativa de cada opción, considerando su desempeño en relación con los parámetros analizados y su aplicabilidad al área de bodega. La valoración se expresa en tres niveles: muy aceptable, aceptable y poco aceptable.

Escala de valoración:

- 0–1 $\rightarrow$ Poco aceptable
- 2–3 $\rightarrow$ Aceptable
- 4–5 $\rightarrow$ Muy aceptable

Tabla 22

Valoración cuantitativa de cada alternativa

Alternativa	Capacidad de carga	Altura de trabajo	Ventajas ergonómicas	Adaptabilidad al espacio	Puntaje total	Valoración final
Transporte por rodillos	3	1	3	1	8	Aceptable
Carrito de carga	4	2	4	5	15	Muy aceptable
Mesa elevadora con ruedas	5	5	4	3	17	Muy aceptable

Con base en la valoración realizada a partir de los parámetros analizados, se selecciona como alternativa principal de ayuda mecánica la **mesa elevadora con ruedas**, debido a su mejor desempeño global en términos de capacidad de carga, ajuste de altura de trabajo y aporte a la reducción del esfuerzo físico durante la manipulación manual de cargas. Esta alternativa permite mantener la carga a niveles ergonómicamente adecuados y facilita su desplazamiento controlado dentro del área de bodega, contribuyendo a disminuir la exigencia biomecánica del trabajador en las tareas de levantamiento, transporte y apilado.

La mesa elevadora con ruedas ofrece una solución integral frente a las condiciones identificadas en el diagnóstico ergonómico, ya que combina la posibilidad de transporte interno con la regulación de la altura de manipulación, aspecto clave para reducir flexiones del tronco y levantamientos desde niveles bajos. En comparación, el carrito de carga presenta una alta

movilidad, pero no permite intervenir sobre la altura de trabajo, mientras que el transporte por rodillos se limita a trayectos fijos y no se adapta de manera flexible a la dinámica operativa del área de bodega.

La valoración cualitativa y numérica evidencia que la mesa elevadora con ruedas alcanza una condición **muy aceptable**, destacándose por su equilibrio entre capacidad operativa, beneficios ergonómicos y adaptabilidad al espacio disponible. Si bien no presenta valores máximos en todos los criterios evaluados, su desempeño global resulta superior al de las demás alternativas analizadas, lo que justifica su selección como la opción más adecuada dentro de la propuesta de mejora ergonómica.

Ponderación de criterios para la selección de la ayuda mecánica

Con el objetivo de seleccionar la alternativa de ayuda mecánica más adecuada para el área de bodega, se realizó una ponderación de criterios basada en la importancia relativa de distintos factores técnicos, operativos y ergonómicos. Esta ponderación permitió asignar un peso porcentual a cada criterio, considerando su influencia en la reducción del riesgo ergonómico y su viabilidad de implementación dentro del contexto operativo analizado.

Tabla 23

Ponderación de criterios para la selección de ayudas mecánicas

Criterio	Ponderación
Funcionalidad	35%
Ajuste de altura	25%
Adaptabilidad	15%
Direccionalidad	15%
Costo y mantenimiento	10%

Nota. Elaborado por el investigador sobre la ponderación se definió considerando la naturaleza operativa del área de bodega y la necesidad de reducir el riesgo ergonómico en tareas críticas.

Tabla 24

Evaluación ponderada de las alternativas de ayuda mecánica

Alternativa	Funcionalidad (35%)	Altura (25%)	Adaptabilidad (15%)	Direccionalidad (15%)	Costo y mantenimiento (10%)	Puntaje ponderado
Transporte por rodillos	$3 \times 0,35 = 1,05$	$1 \times 0,25 = 0,25$	$1 \times 0,15 = 0,15$	$1 \times 0,15 = 0,15$	$4 \times 0,10 = 0,40$	2
Carrito de carga	$4 \times 0,35 = 1,40$	$2 \times 0,25 = 0,50$	$5 \times 0,15 = 0,75$	$5 \times 0,15 = 0,75$	$3 \times 0,10 = 0,30$	3,7
Mesa elevadora con ruedas	$5 \times 0,35 = 1,75$	$5 \times 0,25 = 1,25$	$3 \times 0,15 = 0,45$	$4 \times 0,15 = 0,60$	$3 \times 0,10 = 0,30$	4,35

Nota. Los valores asignados a cada criterio se basan en la escala de valoración definida (0–5) y en la comparación técnica previa de las alternativas.

Como resultado de la evaluación ponderada realizada, se obtuvieron diferencias claras entre las alternativas analizadas. El transporte por rodillos alcanzó un puntaje ponderado total de 2,00, reflejando un desempeño limitado principalmente en los criterios de ajuste de altura y adaptabilidad al espacio, lo que restringe su aplicación a trayectos fijos y tareas específicas dentro del área de bodega.

Por su parte, el carrito de carga obtuvo un puntaje ponderado de 3,70, destacándose por su alta direccionalidad y facilidad de maniobra en los recorridos internos. No obstante, su menor desempeño en el criterio de ajuste de altura limita su impacto en la reducción del sobreesfuerzo físico asociado a los levantamientos manuales identificados como críticos durante el diagnóstico.

Finalmente, la mesa elevadora con ruedas alcanzó el mayor puntaje ponderado, con un valor de 4,35, evidenciando un mejor equilibrio entre funcionalidad ergonómica, capacidad de ajuste de la altura de trabajo y adaptabilidad operativa. Este resultado confirma que dicha alternativa presenta el mayor potencial para reducir la exigencia biomecánica del trabajador en las tareas de levantamiento, transporte y apilado manual de cargas.

En función de estos resultados, y considerando la priorización de criterios orientados a la prevención de trastornos musculoesqueléticos, se selecciona la mesa elevadora con ruedas como la alternativa más adecuada dentro de la propuesta de mejora ergonómica para el área de operaciones logísticas. En consecuencia, esta alternativa se selecciona como la opción más adecuada dentro de la propuesta de mejora, al ofrecer un mayor impacto en la disminución del

esfuerzo físico y la mejora postural del trabajador, en coherencia con los resultados obtenidos en el análisis IPER, NIOSH y MAC.

Selección y Justificación Técnica del Equipo de Apoyo Ergonómico

Para garantizar que la alternativa tecnológica implementada responda eficazmente a las necesidades operacionales y ergonómicas detectadas en la zona de almacenamiento, se procedió a definir una matriz de criterios de selección. Este procedimiento asegura que el equipo adquirido no sea una elección arbitraria, sino el resultado de alinear las demandas físicas del puesto de trabajo con las capacidades mecánicas de la maquinaria, mitigando así los factores de riesgo por sobreesfuerzo.

Tabla 25

Matriz de criterios técnicos para la selección de la mesa elevadora móvil

Variable de Selección	Requerimiento Operacional del Puesto	Especificación del Equipo Elegido	Fundamentación Técnica y Ergonómica
Capacidad portante	Manipulación de bultos habituales con pesos comprendidos entre 350 kg y 400kg	500 kg	Incorpora un factor de seguridad de entre el 20% y 25% frente a sobrecargas imprevistas en la bodega.
Intervalo de elevación	Necesidad de posicionamiento desde estantes inferiores (45cm) hasta niveles medios (90cm)	De 41 cm a 100 cm	Facilita la transferencia de carga a la altura de la zona supracrestal (cintura), anulando posturas forzadas del tronco.
Geometría de la plataforma	Dimensiones críticas de la carga unitaria estándar de hasta 80x40cm	85 x 50cm	Proporciona una base de sustentación idónea que evita la inestabilidad, caída o volcado de los materiales.
Sistema de rodamiento	Desplazamientos en pasillos confinados y trayectos de corta distancia.	Llantas giratorias con dispositivo de frenado	Aumenta la maniobrabilidad en radios de giro estrechos y asegura el bloqueo estático durante las fases de estiba.
Mecanismo de propulsión	Operaciones de frecuencia moderada sin disponibilidad de fuentes eléctricas locales.	Accionamiento hidráulico mediante pedal mecánico	Brinda autonomía operativa total, reduce el mantenimiento y elimina el costo energético derivado de su uso.

Nota. Elaboración propia por el investigador fueron determinados mediante el diagnóstico ergonómico previo realizado en el área de bodega, considerando las dimensiones promedio de los bultos y el histórico de cargas máximas registradas en la jornada laboral.

Sustento Normativo y Legal de la Medida de Control

La adopción de este dispositivo mecánico de asistencia no responde únicamente a criterios de optimización de procesos o mejora de la productividad en la bodega, sino que se encuentra estrictamente fundamentada en el cumplimiento de las obligaciones patronales exigidas por la legislación ecuatoriana en materia de prevención de riesgos laborales.

Específicamente, la implementación se respalda en (Decreto Ejecutivo 2393) bajo las siguientes consideraciones:

- Cumplimiento del Artículo 129 (Manipulación de materiales): Este apartado legal dispone la obligatoriedad de priorizar e implementar medios mecánicos para el transporte, levantamiento y manejo de materiales dentro de las empresas, con la finalidad explícita de suprimir o reducir al mínimo los esfuerzos físicos peligrosos para la salud de los trabajadores.
- Aplicación como Medida de Ingeniería: Al automatizar el traslado vertical y horizontal de las mercancías mediante el mecanismo hidráulico de la mesa, el diseño del puesto de trabajo cumple de manera directa con este mandato de ley, sustituyendo el levantamiento manual y mitigando en la fuente la probabilidad de aparición de trastornos musculoesqueléticos de origen ocupacional.

A continuación, se consolida la estructura técnica, operativa y ergonómica de la herramienta seleccionada a través de su respectiva matriz descriptiva:

Ficha Técnica: MESA ELEVADORA CON RUEDAS

La mesa elevadora con ruedas es un equipo de apoyo ergonómico diseñado para facilitar la manipulación manual de cargas en el área de bodega. Su función principal es permitir el ajuste de la altura de trabajo y el transporte controlado de materiales, reduciendo el esfuerzo físico, las flexiones del tronco y los levantamientos manuales desde niveles bajos.

Aplicación operativa

- Levantamiento y descenso controlado de cargas
- Transporte interno de materiales en recorridos cortos
- Apoyo en tareas de apilado y des-apilado
- Preparación y clasificación de cargas en bodega

Características generales

- Plataforma elevable con accionamiento hidráulico manual
- Sistema de ruedas para desplazamiento interno

- Diseño estable que permite el ajuste progresivo de altura
- Estructura resistente para uso continuo en entornos logísticos

Parámetro	Especificación referencial	
Tipo de equipo	Mesa elevadora con ruedas	
Capacidad máxima de carga	500 kg	
Altura mínima de trabajo	40 cm	
Altura máxima de trabajo	100 cm	
Rango de elevación	60 cm	
Dimensiones de la plataforma	85 cm × 50 cm	
Tipo de accionamiento	Hidráulico manual	
Tipo de ruedas	Giratorias con freno	
Material de la estructura	Acero reforzado	
Uso recomendado	Operaciones de bodega	

Beneficios ergonómicos

- Reduce levantamientos manuales desde el suelo
- Disminuye la flexión del tronco y la carga lumbar
- Facilita la manipulación de cargas a alturas seguras
- Contribuye a la reducción del riesgo de trastornos musculoesqueléticos

Condiciones de uso

- Uso en superficies planas y estables
- Operación por personal capacitado
- Aplicable a cargas dentro del límite recomendado
- Uso preferente en zonas de recepción, preparación y despacho

Las dimensiones y capacidades se definieron con base en fichas técnicas de mesas elevadoras hidráulicas móviles disponibles comercialmente, ajustándolas a las condiciones reales del área de bodega y a los riesgos ergonómicos identificados en el diagnóstico.

Rediseño de Layout

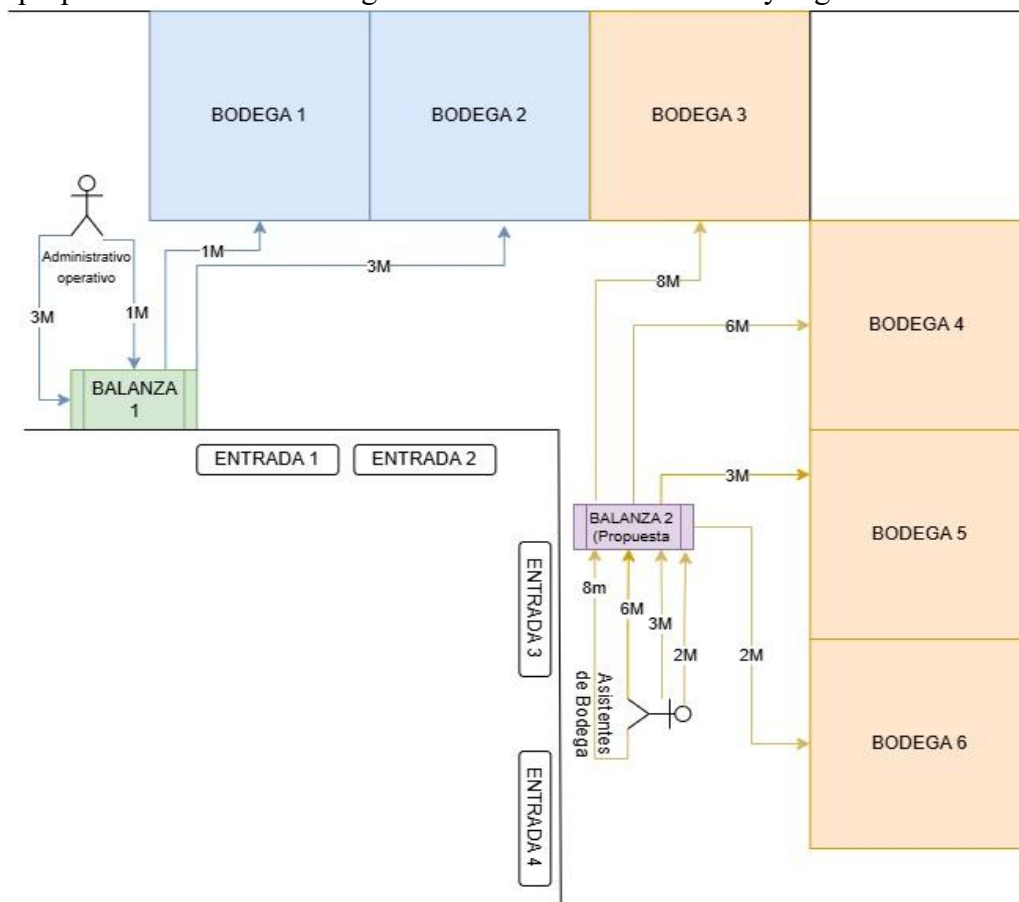
A partir de la aplicación del método SLP (Systematic Layout Planning) y del análisis de recorridos mediante la matriz From-To del layout actual, se identificó que el recorrido máximo efectuado por los asistentes de bodega durante el transporte manual de cargas desde las entradas 3 y 4 hasta la balanza existente alcanza aproximadamente 20 metros por ciclo

operativo. Este recorrido incluye el traslado de la carga para el pesaje y su posterior movilización hacia las bodegas de almacenamiento, generando desplazamientos prolongados que incrementan el esfuerzo físico acumulado durante la jornada laboral.

Con la implementación del layout propuesto, que incorpora una segunda balanza ubicada estratégicamente en proximidad a las entradas 3 y 4, el recorrido máximo con carga pesada se reduce a aproximadamente 8 metros. Esta reducción se logra mediante la redistribución de los puntos de pesaje y la reorganización del flujo de materiales, permitiendo trayectos más cortos, directos y acordes con la ubicación de las bodegas destinadas al almacenamiento de carga pesada.

Figura 1

Layout propuesto del área de bodega con reducción de recorridos y segunda balanza.



Nota. Elaborado por el investigador mediante la aplicación de criterios de proximidad funcional, flujo de materiales y minimización de recorridos, siguiendo los principios del método SLP (Systematic Layout Planning).

Tabla 26

Matriz From-To del layout propuesto

Desde	Hacia	Distancia (m)
Entradas 1 y 2	Balanza 1	1
Balanza 1	Bodega 1	1
Balanza 1	Bodega 2	3
Entradas 3 y 4	Balanza 2	2
Balanza 2	Bodega 3	8
Balanza 2	Bodega 4	6
Balanza 2	Bodega 5	3
Balanza 2	Bodega 6	2

Nota. Elaborado por el investigador con base en la distribución propuesta que incorpora una segunda balanza para el manejo de carga pesada.

Tabla 27

Matriz relacional de áreas según SLP – Layout propuesto

Área	Entradas 1-2	Entradas 3-4	Balanza 1	Balanza 2	Bodega 1-2	Bodega 3-6
Entradas 1-2	–	U	A	U	E	U
Entradas 3-4	U	–	U	A	U	E
Balanza 1	A	U	–	U	A	U
Balanza 2	U	A	U	–	U	A
Bodega 1-2	E	U	A	U	–	U
Bodega 3-6	U	E	U	A	U	–

Nota. Elaborado por el investigador con base en la metodología SLP (Systematic Layout Planning) de Muther, considerando la redistribución propuesta de las áreas operativas y los criterios de proximidad funcional requeridos para optimizar el flujo de materiales

La matriz relacional del layout propuesto evidencia una mejora en la proximidad funcional entre las áreas de recepción, pesaje y almacenamiento de carga pesada. La incorporación de una segunda balanza permite establecer una relación de cercanía "A" (Absolutamente necesario) entre las entradas 3 y 4, la Balanza 2 y las bodegas destinadas al almacenamiento de carga pesada, reduciendo significativamente los recorridos internos y evitando que toda la carga deba desplazarse hacia un único punto de pesaje. Asimismo, se mantiene la relación de cercanía entre las entradas 1 y 2, la Balanza 1 y las bodegas 1 y 2, permitiendo que ambos flujos operativos funcionen de manera independiente y con menor interferencia entre sí. Esta redistribución mejora la secuencia del flujo de materiales, disminuye los cruces de circulación y cumple con los principios de proximidad funcional establecidos por la metodología SLP.

Con el fin de evaluar el impacto del rediseño del layout propuesto, se establecieron indicadores comparativos que permiten analizar los cambios en términos de recorridos internos, tiempo de operación y esfuerzo físico del personal operativo antes y después de la intervención.

Cálculo de recorrido promedio

- Layout actual

$$\frac{10 + 16 + 20}{3} = 15.33 \text{ m}$$

- Layout propuesto

$$\frac{6 + 3 + 2}{3} = 3.67 \text{ m}$$

- Reducción

$$\frac{15.33 - 3.67}{15.33} \times 100 = 76.06\%$$

El layout propuesto reduce en aproximadamente 76 % la distancia promedio recorrida durante el almacenamiento de carga pesada.

Cálculo de la distancia total recorrida por jornada

Con el fin de estimar el impacto del rediseño del layout sobre los desplazamientos diarios realizados por el personal operativo, se calculó la distancia total recorrida durante una jornada de trabajo, considerando la distancia promedio recorrida por ciclo y el número de ciclos de pesaje y almacenamiento realizados diariamente.

La distancia total recorrida se determinó mediante la siguiente expresión

- $DTR = DP \times N$
- DTR = Distancia total recorrida por jornada (m/día)
- DP = Distancia promedio por ciclo (m)
- N = Número de ciclos diarios

Numero de ciclos por día

- **Layout actual**

$$30 \times 15.33 = 459.9 \text{ m/día}$$

- **Layout propuesto**

$$30 \times 3.67 = 110.1 \text{ m/día}$$

- **Reducción:**

$$\frac{459.9 - 110.1}{459.9} \times 100 = 76.06\%$$

Cálculo del número de ciclos diarios fue estimado mediante observación directa de la operación durante la jornada laboral, identificando un promedio de 30 actividades de pesaje y almacenamiento de carga pesada por día. Cada ciclo comprende el traslado de la carga desde la zona de recepción hasta el punto de pesaje y posteriormente hacia la bodega correspondiente.

Tabla 28

Indicadores Comparativos layout actual y layout propuesto

Indicador	Layout actual	Layout propuesto	Mejora
Recorrido máximo con carga pesada	20 m	8 m	60 %
Distancia promedio de almacenamiento	15,33 m	3,67 m	76 %
Distancia total diaria (30 ciclos)	460 m	110 m	76 %
Cruces de flujo	Alto	Bajo	Mejora
Esfuerzo físico	Alto	Medio-Bajo	Mejora
Riesgo ergonómico	Alto	Moderado	Mejora

Nota. Elaborado por el investigador con base en la comparación de recorridos obtenidos mediante el análisis de flujo de materiales y la matriz From-To.

La comparación entre el layout actual y el layout propuesto se realizó mediante el análisis de flujo de materiales y la matriz From-To, herramientas empleadas dentro de la metodología SLP (Systematic Layout Planning). Los indicadores evaluados permiten

cuantificar el impacto de la redistribución física de las áreas operativas sobre los recorridos internos y las condiciones ergonómicas de trabajo.

El indicador recorrido máximo con carga pesada se determinó considerando la distancia más extensa recorrida por los asistentes de bodega desde las entradas 3 y 4 hasta el punto de pesaje y posteriormente hacia las bodegas de almacenamiento. En el layout actual, este recorrido alcanza aproximadamente 20 m debido a que toda la carga debe trasladarse hasta la balanza principal. Con la incorporación de la Balanza 2 en el layout propuesto, el recorrido máximo se reduce a 8 m, disminuyendo significativamente la distancia recorrida con carga.

La distancia promedio recorrida por ciclo fue calculada a partir de las distancias registradas en la matriz From-To para los recorridos más frecuentes entre las áreas de recepción, pesaje y almacenamiento. Los resultados muestran una reducción aproximada del 76 % respecto al layout actual, evidenciando una mejora sustancial en la eficiencia del flujo de materiales.

El tiempo promedio por ciclo de pesaje y almacenamiento fue estimado mediante observación directa del proceso operativo. La reducción de recorridos y la ubicación estratégica de la segunda balanza permiten disminuir el tiempo requerido para completar cada ciclo de trabajo, favoreciendo una mayor fluidez en las operaciones logísticas.

Asimismo, la reorganización de las áreas operativas reduce los desplazamientos repetitivos con carga y minimiza los cruces de flujo entre trabajadores, aspectos que constituyen criterios fundamentales dentro de la metodología SLP. Esta mejora contribuye a disminuir el esfuerzo físico acumulado durante la jornada laboral y favorece condiciones de trabajo más seguras desde el punto de vista ergonómico.

Los resultados obtenidos evidencian que la propuesta de layout mejora la proximidad funcional entre las áreas de recepción, pesaje y almacenamiento, optimiza la secuencia operativa del proceso y reduce la exposición del trabajador a riesgos asociados con el transporte manual de cargas. Estas mejoras complementan los hallazgos obtenidos mediante la matriz IPER, el método MAC y la ecuación de levantamiento de NIOSH, fortaleciendo la propuesta ergonómica desarrollada en la presente investigación.

Rediseño de Estantería del área de bodegas

El rediseño de las estanterías del área de bodega se plantea como una medida de control de ingeniería complementaria a las ayudas mecánicas y al rediseño del layout, con el objetivo de reducir la exigencia física asociada a la manipulación manual de cargas. Durante el diagnóstico ergonómico se evidenció que la altura de almacenamiento, la distribución del peso

y la organización vertical de las cargas influyen directamente en la adopción de posturas forzadas, la frecuencia de levantamientos y el esfuerzo biomecánico del personal operativo.

En este contexto, el rediseño de estanterías se desarrolla a partir de criterios antropométricos del trabajador en postura de pie, zonas de confort biomecánico y características físicas de las cargas almacenadas, permitiendo una distribución más segura y eficiente de los materiales dentro del área de bodega.

Análisis ergonómico del trabajador en postura de pie

El análisis antropométrico del trabajador se realizó considerando exclusivamente la postura de pie, debido a que las actividades de recepción, pesaje, transporte y almacenamiento de cargas en el área de bodega se ejecutan de manera permanente en esta posición. Este enfoque permite establecer parámetros de diseño acordes a las capacidades físicas reales del personal operativo y evitar configuraciones que obliguen al trabajador a adoptar posturas forzadas durante la manipulación de cargas.

Tabla 29

Parámetros antropométricos referenciales del trabajador en postura de pie.

Parámetro antropométrico	Valor referencial	Uso en el diseño
Estatura promedio	165 – 175 cm	Referencia general
Altura de codo (de pie)	95 – 105 cm	Definir altura óptima de trabajo
Altura de hombro	135 – 145 cm	Límite superior para manipulación frecuente
Alcance funcional cómodo	60 – 120 cm	Zona media de estanterías
Alcance vertical máximo	180 – 200 cm	Acceso ocasional

Nota. Valores referenciales utilizados únicamente para fines de diseño ergonómico.

Los parámetros antropométricos considerados permiten establecer rangos seguros de manipulación de cargas en postura de pie, priorizando aquellas alturas que no requieran flexión excesiva del tronco ni elevación prolongada de los brazos. Estos valores constituyen la base técnica para definir la altura de los niveles de la estantería y reducir la exposición del trabajador a movimientos forzados y repetitivos.

Altura óptima de trabajo

La altura óptima de trabajo corresponde al rango en el cual el trabajador puede manipular cargas manteniendo una postura neutra, sin comprometer la alineación de la columna

ni generar sobreesfuerzo en las extremidades superiores. La definición de esta altura resulta fundamental para el diseño de estanterías, ya que una ubicación inadecuada de las cargas incrementa el riesgo ergonómico y la fatiga física.

Para fines de esta investigación, la determinación de los límites de alcance vertical se fundamenta en los criterios técnicos establecidos en (Ergonomía. Manipulación manual. Parte 1: Levantamiento y transporte. (ISO 11228-1:2003, IDT), 2014), la cual norma las directrices ergonómicas para la manipulación manual de mercancías y la distribución segura de los planos de trabajo.

Tabla 30

Rangos ergonómicos de altura de trabajo en estanterías

Zona	Rango de altura	Justificación técnica
Zona baja	0-60cm	Destinada a cargas pesadas para reducir el riesgo de caída de materiales y facilitar el uso de la mesa elevadora
Zona media (óptima)	60 – 120 cm	Corresponde al rango de manipulación más favorable ergonómicamente, permitiendo mantener posturas neutrales.
Zona alta	120-190cm	Reservada para materiales livianos y de baja frecuencia de acceso debido al incremento del alcance vertical requerido.

De acuerdo con los rangos establecidos, la zona media se identifica como la más adecuada para la manipulación frecuente de cargas, al coincidir con la altura del codo y el alcance funcional del trabajador. La zona baja y la zona alta presentan mayores exigencias biomecánicas, por lo que su uso debe restringirse o complementarse con ayudas mecánicas.

Zona de confort biomecánico

La zona de confort biomecánico se define como el espacio en el cual el trabajador puede ejecutar tareas de manipulación manteniendo posturas estables y reduciendo la carga física sobre la columna y las extremidades. Este concepto permite establecer límites de movimiento seguros y orientar la distribución vertical de las cargas en las estanterías.

Para la delimitación cuantitativa de estas variables, los parámetros se fundamentaron en los criterios de salud ocupacional y los factores multiplicadores geométricos de la ecuación de levantamiento de cargas del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). Este estándar técnico penaliza severamente los alcances horizontales mayores a 40

cm y las desviaciones del tronco, correlacionándose directamente con la sintomatología de dolor de espalda y extremidades identificada previamente mediante la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka en el personal de bodega.

Tabla 31

Condiciones de la zona de confort biomecánico

Variable	Valor límite de confort
Flexión de tronco	< 20°
Elevación de brazos	< 60°
Giro del tronco	Mínimo
Distancia de alcance	< 40 cm
Manipulación repetitiva	Dentro del alcance frontal

Mantener las tareas de almacenamiento y retiro de cargas dentro de la zona de confort biomecánico permite disminuir la fatiga muscular y el riesgo de lesiones, especialmente en actividades repetitivas. Estos criterios se integran al diseño de las estanterías para garantizar que las cargas de mayor peso y frecuencia de uso se ubiquen dentro de zonas ergonómicamente seguras.

Análisis de las estanterías

El análisis de las dimensiones de la estantería se orienta a evaluar su compatibilidad con los parámetros antropométricos del trabajador y con las características físicas de las cargas manipuladas. En este análisis se considera tanto la estantería existente como una estantería propuesta que permita mejorar la organización y seguridad del almacenamiento.

Tabla 32

Dimensiones referenciales de la estantería propuesta

Parámetro	Valor propuesto
Altura total	200 cm (2,4m)
Número de niveles	3 niveles
Altura por nivel	50 cm
Profundidad	50 – 60 cm
Capacidad por nivel	150 -200 kg
Material	Acero estructural

Las dimensiones propuestas permiten una distribución equilibrada de las cargas, asegurando que los niveles de mayor uso se encuentren dentro de la zona media de trabajo. La

capacidad de carga por nivel garantiza la estabilidad estructural de la estantería y evita la sobrecarga de los niveles superiores.

Distribución de cargas en estanterías

Para el acceso a la zona alta de la estantería, destinada exclusivamente al almacenamiento de cargas livianas, se considera el uso de una escalera portátil de tipo tijera con plataforma superior antideslizante y barandillas de seguridad. Esta alternativa se justifica debido a que los materiales ubicados en este nivel presentan bajo peso y una frecuencia de manipulación reducida, por lo que no forman parte de las actividades operativas repetitivas del área de bodega.

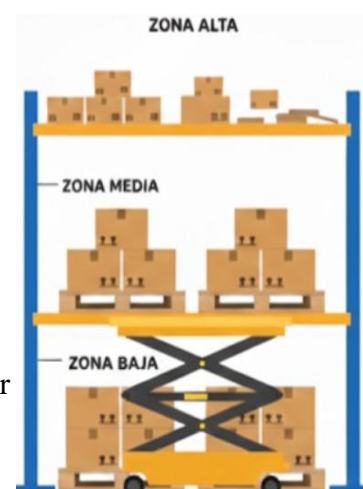
La utilización de la escalera se plantea únicamente para accesos ocasionales, evitando su uso continuo durante la jornada laboral. De esta manera, se garantiza que las tareas frecuentes de manipulación se concentren en la zona media y zona baja, donde se dispone de condiciones ergonómicas más favorables y del apoyo de la mesa elevadora con ruedas (mecanismo de elevación de tijera).

Esta estrategia permite optimizar el uso del espacio vertical sin incrementar de forma significativa el riesgo ergonómico, siempre que se limite el acceso a la zona alta a cargas livianas y se cumpla con las condiciones de estabilidad y seguridad en el uso de la escalera.

Tabla 33

Distribución de las cargas en 3 zonas distintas

Zona	Altura	Tipo de carga	Criterio ergonómico
Zona alta	120-190 cm	Cargas livianas	Manipulación ocasional mediante escalera portátil
Zona media	60 – 120 cm	Cargas medianas	Zona de confort ergonómico para manipulación frecuente
Zona baja	< 60 cm	Cargas pesadas	Uso de mesa elevadora para reducir flexión lumbar



Nota. Elaboración propia por el investigador sobre la ubicación de cargas en la zona tanto baja, zona media y zona alta.

La distribución propuesta prioriza la ubicación de las cargas pesadas en la zona baja, evitando levantamientos verticales desde el suelo. Las cargas medianas se manipulan en la zona media con apoyo de la mesa elevadora con ruedas. Cabe destacar que el diseño mecánico de este equipo incorpora un sistema de elevación por pantógrafo (estructura en tijera) accionada por un pistón hidráulico; esta configuración geométrica y estructural fue la seleccionada prioritariamente mediante la matriz de ponderación de alternativas, debido a que sus características técnicas ofrecen la mayor estabilidad estructural, rigidez ante cargas descentradas y un rango de elevación óptimo para mitigar la exigencia biomecánica en la zona media y baja de las estanterías de forma segura..

Controles Administrativos

Los controles administrativos se proponen como medidas complementarias a los controles de ingeniería implementados, orientadas a regular la forma en que se ejecutan las actividades operativas y a gestionar la exposición del personal a los riesgos ergonómicos identificados. Si bien estos controles no eliminan el riesgo en su origen, permiten reducir su impacto mediante la organización del trabajo, la estandarización de procedimientos y la planificación adecuada de las actividades durante la jornada laboral.

En el área de operaciones logísticas, la propuesta contempla la ejecución de los siguientes enfoques administrativos orientados al soporte de las medidas de ingeniería:

- Estandarización de Procedimientos Operativos: Se establece el diseño y socialización de un manual de procedimientos obligatorios que determine que toda carga mediana o pesada 15 kg almacenada en las zonas baja y media de las estanterías debe ser manipulada exclusivamente mediante el uso de la mesa elevadora con ruedas, prohibiendo explícitamente el levantamiento manual directo desde el suelo. Asimismo, se normará el uso correcto de la escalera de tijera para accesos puntuales en la zona alta.
- Programa de Capacitación y Formación Ergonómica: Desarrollo de talleres prácticos obligatorios enfocados en técnicas seguras de estiba, mecánica corporal y, de manera específica, en la correcta operación, frenado y transporte con la mesa elevadora móvil, garantizando que el personal conozca los límites de carga del equipo 500 kg y evite malas prácticas operativas.
- Gestión del Tiempo de Exposición: Implementación de programas de rotación planificada de tareas entre los operarios de la bodega y la estructuración formal de pausas activas específicas para el estiramiento de los grupos musculares del tronco y

extremidades superiores, disminuyendo la fatiga acumulada generada por la naturaleza repetitiva intrínseca de la actividad logística.

Procedimientos operativos estandarizados (Diagrama TO BE)

La estandarización de los procedimientos operativos constituye una herramienta fundamental para asegurar que las actividades de manipulación manual de cargas se realicen de manera ordenada, segura y consistente. Durante el diagnóstico se evidenció que las tareas se ejecutan de forma empírica, sin una secuencia claramente definida, lo que incrementa la variabilidad del proceso y la exposición a riesgos ergonómicos. En este contexto, se propone la elaboración de un diagrama TO BE, que represente el proceso operativo deseado tras la implementación de las mejoras ergonómicas, incorporando el uso de ayudas mecánicas, el nuevo layout y la distribución optimizada de las estanterías.

Estructuración del Procedimiento Técnico Operativo Estandarizado

Con la finalidad de operacionalizar las etapas secuenciales descritas en el diagrama de flujo *TO BE* anterior, se detalla a continuación el procedimiento técnico formal que rige la actividad de recepción, pesaje y estiba de mercancías en el área de bodega.

Establecer las directrices técnicas y ergonómicas obligatorias para la ejecución segura de las tareas de manipulación horizontal y vertical de cargas, minimizando la exposición a factores de riesgo musculoesquelético. Este procedimiento es aplicable a todo el personal de operarios que ejecute actividades dentro del área de operaciones logísticas y bodegas.

- Operario de Bodega: Ejecutar estrictamente la secuencia operativa detallada, reportar anomalías mecánicas en las ayudas ergonómicas y cumplir las normativas corporativas de seguridad.
- Supervisor de Operaciones / Seguridad: Garantizar la disponibilidad operativa de los equipos de apoyo (mesa elevadora, escalera y balanza) y auditar la correcta adherencia a este estándar técnico.

Descripción Detallada de las Fases del Proceso

Basado en el modelo operativo optimizado, la ejecución secuencial del proceso se desarrollará bajo las siguientes especificaciones técnicas de trabajo:

- **Fase 1: Recepción e Inspección en Accesos (Entradas 3 y 4)**

El proceso inicia con el ingreso físico del material a través de las entradas habilitadas (3 y 4). El operario debe posicionar de manera inmediata la mesa elevadora móvil junto al

vehículo o palé de recepción para evitar transferencias manuales que impliquen giros o flexiones de tronco severas.

- **Fase 2: Posicionamiento y Traslado al Área de Pesaje**

Los bultos se colocan equilibradamente sobre el centro de gravedad de la plataforma de la mesa elevadora. Una vez asegurada la estiba horizontal, se desbloquean los frenos de las llantas giratorias y se efectúa el desplazamiento empujando el manubrio del equipo con ambas manos hacia la balanza más cercana, aprovechando el nuevo layout de recorridos reducidos.

- **Fase 3: Ejecución del Pesaje de Cargas**

El operario sitúa el equipo sobre la estación de pesaje. Esta fase contempla un tiempo estándar menor a un minuto 1 min para el registro y validación del peso bruto del material. Este dato cuantitativo determina de forma automática la ruta de almacenamiento subsecuente.

- **Fase 4: Clasificación, Ajuste Ergonómico y Estiba según Tipo de Carga**

Una vez trasladado el equipo frente a la estantería correspondiente, el operario identifica la naturaleza de la carga y procede según las siguientes subrutinas técnicas:

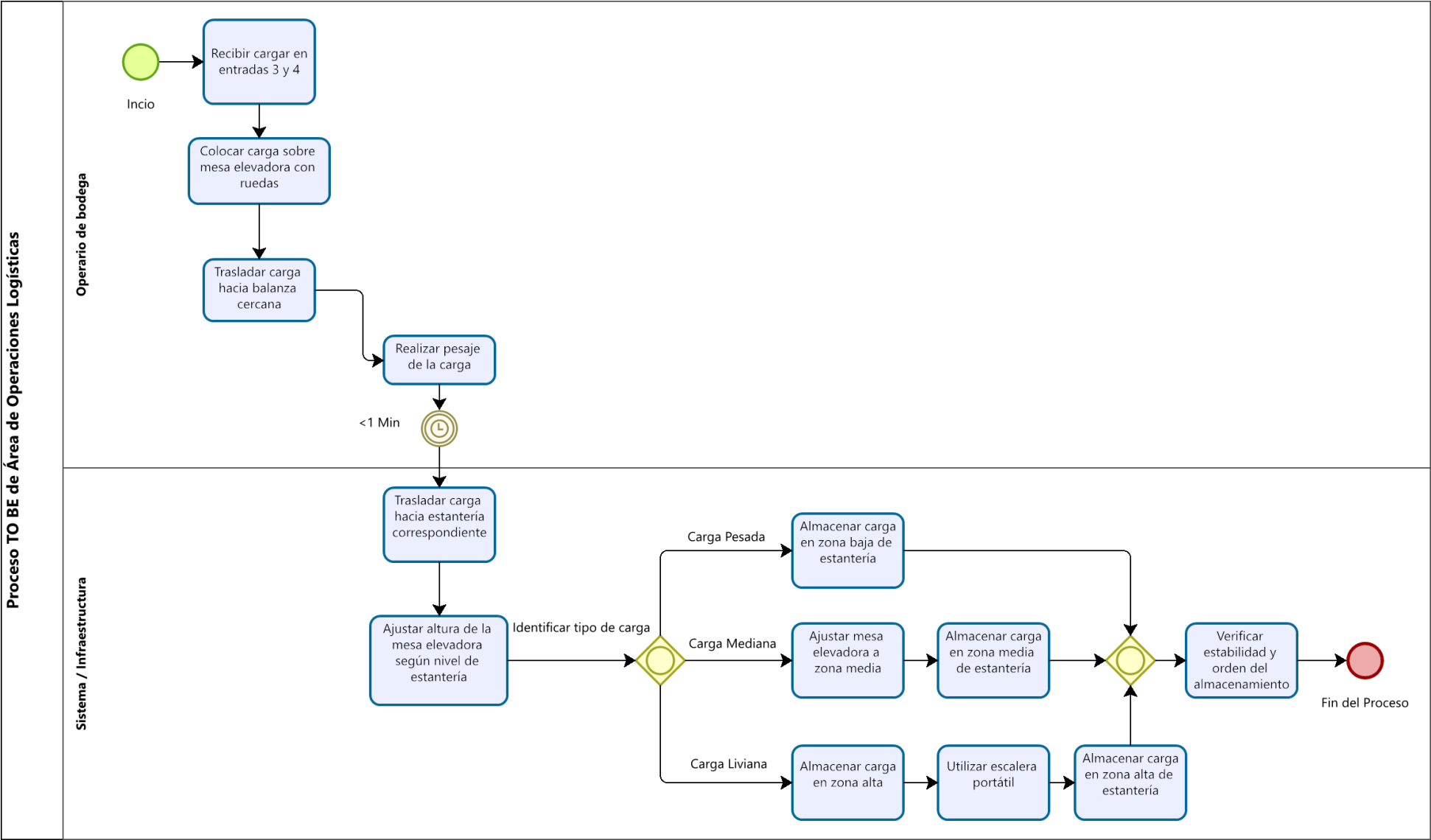
- A (Carga Pesada): Si el peso se aproxima a los límites críticos, se destina exclusivamente a la Zona Baja de la estantería 60 cm. El operario debe regular el pedal hidráulico para nivelar la mesa a la altura del nivel del estante, deslizando horizontalmente el bulto sin realizar levantamientos desde el suelo.
- B (Carga Mediana): Dirigida a la Zona Media o de confort 60 - 120 cm. El operario acciona el sistema hidráulico elevando la plataforma hasta coincidir con la altura exacta del codo, garantizar una postura completamente neutra durante la inserción manual en el estante.
- C (Carga Liviana): Destinada a la Zona Alta 120 - 190 c. Se aproxima la escalera portátil de tijera provista de plataforma superior y barandillas. El operario accede de forma segura y estiba el material liviano únicamente para colocaciones de frecuencia reducida u ocasional.

- **Fase 5: Verificación de Estabilidad y Cierre del Proceso**

Previo a dar por concluido el ciclo operativo, el personal inspecciona visualmente el orden, la alineación del palé y la estabilidad estructural de los bultos dentro de la estantería. Posteriormente, se retiran las herramientas auxiliares, dejando el pasillo libre de obstáculos físicos para dar fin al proceso.

Figura 8

Flujograma TOBE



El flujograma TO BE presentado representa la secuencia operativa propuesta para la manipulación manual de cargas en el área de operaciones logísticas, incorporando los controles de ingeniería y administrativos definidos en el presente capítulo. La estructura del proceso permite identificar claramente las actividades ejecutadas por el operario de bodega y el apoyo proporcionado por la infraestructura y el equipamiento, facilitando la estandarización de las tareas y la reducción de la variabilidad operativa.

Análisis del flujograma TO BE

A partir del flujograma TO BE se evidencia una reorganización del proceso orientada a minimizar los desplazamientos con carga y a controlar la altura de manipulación durante las tareas de almacenamiento. La incorporación de la mesa elevadora con ruedas permite ajustar la altura de la carga antes de su ubicación en estantería, reduciendo la flexión del tronco y el esfuerzo biomecánico asociado al levantamiento manual. Asimismo, la identificación del tipo de carga mediante un punto de decisión permite diferenciar el almacenamiento según el peso del material, asignando las cargas pesadas a la zona baja, las cargas medianas a la zona media y las cargas livianas a la zona alta de la estantería. Esta clasificación contribuye a concentrar las tareas de mayor frecuencia dentro de la zona de confort biomecánico del trabajador, reduciendo la exposición a posturas forzadas y movimientos repetitivos. El uso de la escalera portátil se limita a la manipulación ocasional de cargas livianas en la zona alta, lo que evita su utilización continua durante la jornada laboral y reduce el riesgo ergonómico asociado al trabajo en altura. Finalmente, la verificación de la estabilidad y el orden del almacenamiento refuerza el control del proceso y contribuye a mantener condiciones seguras de trabajo en el área de bodega.

En conjunto, el flujograma TO BE consolida la propuesta de mejora ergonómica al integrar de manera coherente el nuevo layout, el uso de ayudas mecánicas, la redistribución de estanterías y los controles administrativos. Esta estandarización del proceso constituye una base técnica para la implementación de la propuesta y para la evaluación de sus resultados en términos de reducción del esfuerzo físico, mejora de las condiciones de trabajo y optimización del proceso operativo.

Rotación de trabajadores

La rotación de trabajadores se propone como una medida administrativa orientada a reducir la exposición prolongada a esfuerzos físicos repetitivos, evitando que un mismo trabajador realice de forma continua tareas de alta exigencia física. Esta estrategia permite distribuir la carga de trabajo de manera más equitativa y disminuir la fatiga acumulada durante la jornada laboral.

Tabla 34

Rotación de Trabajadores

Bloque Horario	 Trabajador A	 Trabajador B	 Trabajador C
Bloque 1 (Mañana)	 Bodega 1–2	 Bodega 3	 Apoyo Admin
Bloque 2 (Intermedio)	 Bodega 3–4	 Bodega 5	 Bodega 1
Bloque 3 (Tarde)	 Bodega 5–6	 Bodega 1–2	 Bodega 3–4

La tabla de rotación de trabajadores establece una distribución planificada de las actividades operativas a lo largo de la jornada laboral, con el objetivo de evitar que un mismo trabajador permanezca de forma continua en una bodega o función que implique alta exigencia física. La rotación se organiza en bloques horarios definidos (mañana, intermedio y tarde), permitiendo alternar tareas de manipulación manual de cargas con actividades de menor demanda física. Para asegurar la viabilidad de la rotación sin afectar los niveles de rendimiento logístico y la continuidad de los despachos, se efectuó un análisis previo de la demanda operativa en cada una de las bodegas. Este estudio técnico permitió categorizar las áreas según su volumen de preparación de pedidos, frecuencia de movimientos diarios y peso promedio de las mercancías, clasificándolas en tres niveles de exigencia productiva:

1. Alta Demanda Operativa (Bodegas 1 y 2): Registran el mayor flujo de entrada y salida de mercancías pesadas, concentrando los picos de despacho durante las primeras horas de la jornada laboral (Bloque 1).
2. Media Demanda Operativa (Bodegas 3 y 4): Presentan flujos de trabajo constantes, pero con cargas volumétricas moderadas o estables.
3. Baja Demanda / Soporte (Bodega 5 y Apoyo Administrativo): Caracterizadas por la gestión de inventarios livianos o tareas de registro digital, con una exigencia musculoesquelética mínima.

En conjunto, la rotación propuesta constituye una medida administrativa efectiva para la gestión del riesgo ergonómico, complementando los controles de ingeniería implementados y contribuyendo a mejorar las condiciones de trabajo y el bienestar del personal del área de operaciones logísticas.

La rotación propuesta permite alternar tareas de mayor y menor exigencia física, evitando la sobrecarga en un solo puesto de trabajo. Esta distribución favorece la recuperación

muscular, reduce la repetitividad de movimientos y contribuye a una gestión más equilibrada del esfuerzo físico entre los trabajadores del área de bodega.

Pausas Activas

Las pausas activas se plantean como una estrategia preventiva orientada a reducir la fatiga muscular y mejorar la recuperación física durante la jornada laboral. En actividades que implican manipulación manual de cargas, la incorporación de pausas programadas permite disminuir la tensión acumulada en la zona lumbar, los hombros y las extremidades superiores.

Figura 9

Pausas Activas para Levantamiento Manual de Cargas



Las pausas activas son breves descansos durante tu jornada laboral, que te permiten realizar ejercicios de estiramiento y movilidad. Son esenciales para prevenir lesiones musculoesqueléticas, reducir la fatiga, mejorar la circulación y aumentar tu concentración.

Tabla 35

Descripción de ejercicios propuestos para pausas activas en el área de bodega

N.º	Ejercicio	Posición inicial	Descripción del movimiento	Beneficio ergonómico	
1	Estiramiento de hombros y espalda alta	De pie, con las manos entrelazadas al frente o detrás del cuerpo	Elevar los brazos estirados hacia arriba o llevarlos hacia atrás abriendo el pecho, manteniendo la postura durante algunos segundos.	Reduce la tensión acumulada en hombros y trapecios, zonas sometidas a esfuerzo durante la manipulación de cargas.	
2	Círculos de brazos	De pie, brazos extendidos lateralmente	Realizar movimientos circulares amplios con los brazos hacia adelante y hacia atrás de forma controlada.	Mejora la movilidad articular de los hombros y favorece la circulación en las extremidades superiores.	

3	Inclinación lateral de tronco	De pie, piernas ligeramente separadas, una mano en la cintura y el otro brazo elevado	Inclinar el tronco hacia el lado contrario al brazo elevado, alternando ambos lados.	Estira la musculatura lateral del tronco y la zona lumbar, reduciendo el riesgo de dolor en la espalda baja.	
4	Estiramiento de piernas (cuádriceps)	De pie, con apoyo si es necesario	Flexionar una rodilla y sujetar el pie, acercando el talón al glúteo, alternando ambas piernas.	Disminuye la tensión en muslos y rodillas, estructuras que soportan la carga durante el levantamiento.	

5	Elevación de gemelos	De pie, pies paralelos	Elevar los talones hasta quedar en puntas y descender lentamente, repitiendo el movimiento.	Activa la circulación sanguínea en las piernas y fortalece los músculos de la pantorrilla.	
6	Rotación y movilidad de cuello	De pie o sentado, espalda recta	Inclinar suavemente la cabeza hacia ambos lados y realizar giros controlados de izquierda a derecha.	Libera la tensión cervical y reduce molestias asociadas a posturas mantenidas durante la jornada.	 

Nota. La presente tabla detalla los ejercicios propuestos para la ejecución de pausas activas en el área de bodega, en función del cronograma establecido. Elaborado por el investigador.

Los ejercicios propuestos para las pausas activas se orientan a movilizar y estirar los principales grupos musculares involucrados en las tareas de manipulación manual de cargas. Su aplicación periódica permite reducir la fatiga muscular, mejorar la movilidad articular y favorecer la recuperación física del personal operativo, contribuyendo a la prevención de molestias musculoesqueléticas y al mantenimiento de un desempeño adecuado durante la jornada laboral.

Tabla 36

Planificación de pausas activas para el personal operativo

Momento	Frecuencia	Duración	Tipo de actividad
Inicio de jornada	1 vez	5 min	Movilidad articular general
Durante la jornada	Cada 2 horas	5 min	Estiramientos específicos
Mitad de turno	1 vez	7–10 min	Relajación muscular
Final de jornada	1 vez	5 min	Estiramientos suaves

En conjunto, los controles administrativos propuestos permiten reforzar la efectividad de los controles de ingeniería implementados, gestionando la forma en que se ejecutan las tareas y distribuyendo de manera más equilibrada la carga de trabajo. La estandarización de procedimientos, la rotación de trabajadores y la planificación de pausas activas contribuyen a reducir la exposición a riesgos ergonómicos y a mejorar el bienestar del personal operativo, consolidando una estrategia integral de prevención.

Resultados esperados

A partir del desarrollo del modelo operativo propuesto, la empresa espera contar con una herramienta estructurada que permita gestionar de manera integral los riesgos ergonómicos asociados a la manipulación manual de cargas en el área de operaciones logísticas. Este modelo operativo establece una secuencia lógica de análisis, intervención y control, facilitando la identificación de actividades críticas y la aplicación de medidas correctivas orientadas a la mejora de las condiciones de trabajo.

Figura 10

Resultados de la matriz IPER residual – escenario con mejoras Resultados de la matriz IPER residual – escenario con mejoras.

PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	Mujeres No.	Hombres No.	Total	TIPO DE RIESGO	FACTOR DE RIESGO	Estimación del riesgo		
							valor	calificación	nivel de intervención
Operaciones	Responsable de Bodega / Asistentes de Bodega	1	2	3	Ergonómico	Levantamiento repetitivo (≈15 kg)	120	Tolerable	III – Mejorar si es posible
					Ergonómico	Transporte (recorridos ≈20 m antes y actual = 8m)	120	Tolerable	III – Mejorar si es posible
					Ergonómico	Apilado y des-apilado en estanterías	120	Tolerable	III – Mejorar si es posible
	Administrativo operativo	1	1	2	Ergonómico	Manipulación manual de paquetes livianos (clasificación, entrega, acomodar en estantería baja)	20	Aceptable	IV – Mantener y vigilar
					Ergonómico	Traslado ocasional de cajas/archivadores.	10	Aceptable	IV – Mantener y vigilar

Nota. Elaboración propia por el investigador, la tabla muestra la estimación del riesgo residual tras aplicar las medidas de mejora planteadas (controles de ingeniería y administrativos), reflejando principalmente la mejora del nivel de control y, cuando corresponde, del nivel de exposición

Con la implementación de las medidas propuestas (mesa elevadora con ruedas, rediseño del layout con balanza adicional, estantería de tres niveles con distribución por zonas, procedimiento TO BE, rotación y pausas activas), se realizó una reevaluación del riesgo mediante la matriz IPER (NTP 330) para estimar el riesgo residual. En esta reevaluación se mantuvo el nivel de severidad, debido a que el tipo de lesión potencial no cambia; sin embargo, se mejoró el nivel de control al incorporar medidas técnicas y organizativas que reducen la exposición a posturas forzadas, levantamientos desde niveles bajos y transporte manual repetitivo. Como resultado, las actividades críticas del personal de bodega pasan de un nivel de riesgo inadmisible a inaceptable, mientras que las actividades del personal administrativo se mantienen en niveles tolerables bajo condiciones controladas

La tabla 22 el análisis de resultados del método MAC y evidenciar el impacto esperado de la propuesta, se elaboró una matriz comparativa que contrasta los principales factores evaluados por esta metodología en la situación actual y en el escenario propuesto. La comparación se enfoca en variables clave como distancia de transporte, frecuencia, postura de trabajo, altura de manipulación y organización del flujo, debido a que estos elementos influyen directamente en el nivel de riesgo asociado al transporte y manejo manual de cargas.

Tabla 37

Comparación de factores evaluados por el método MAC (antes vs después)

Factor evaluado (MAC)	Situación actual (diagnóstico)	Situación propuesta (mejora)	Efecto esperado en el riesgo MAC
Peso de la carga	Cargas con peso significativo (≈ 15 kg)	Se mantiene el peso, pero se controla manipulación	El riesgo baja por mejor control del manejo
Distancia de transporte	Recorridos internos prolongados (hasta 20 m)	Recorrido máximo con carga reducido (hasta 8 m)	Reducción directa del riesgo por menor transporte
Frecuencia de la tarea	Ejecución repetitiva durante la jornada	Rotación + TO BE disminuyen exposición por trabajador	Disminución de fatiga y acumulación del esfuerzo
Posturas durante transporte	Presencia de giros del tronco y posturas forzadas	Flujo más directo + uso de ayuda mecánica	Menor carga postural y mejor estabilidad
Altura de manipulación	Manipulación desde niveles bajos/no ergonómicos	Ajuste de altura con mesa elevadora	Menor flexión lumbar y menor esfuerzo
Condiciones de agarre	Cajas sin asas (agarre regular)	Procedimiento + orden de estiba (control)	Mejora parcial del acoplamiento/seguridad
Organización del flujo	Pesaje centralizado, recorridos cruzados	Balanza adicional + flujo sectorizado	Menos interferencias, traslados más controlados
Medidas de soporte	Sin apoyo mecánico en tareas críticas	Mesa elevadora con ruedas + estanterías por zonas	Disminuye exposición al transporte y manipulación

La comparación de los factores evaluados por el método MAC evidencia que la propuesta interviene directamente sobre los componentes que incrementan el riesgo durante el transporte manual. En particular, la reducción de distancia recorrida con carga (20 m a 8 m) constituye el cambio más relevante, ya que disminuye el esfuerzo asociado al desplazamiento repetitivo y reduce la fatiga acumulada. Asimismo, la incorporación de la mesa elevadora con ruedas mejora la altura de manipulación y controla posturas desfavorables, mientras que la estandarización del proceso mediante TO BE, la rotación de trabajadores y las pausas activas contribuyen a reducir la exposición prolongada por persona. En conjunto, estos cambios proyectan una disminución del riesgo MAC en las tareas evaluadas, al reducir distancia, repetitividad y carga postural, manteniendo controladas las condiciones de ejecución del trabajo.

Con el propósito de evidenciar el impacto esperado del rediseño del layout, se definieron indicadores comparativos enfocados en los recorridos internos, el esfuerzo físico asociado al transporte manual y la organización del flujo operativo. Estos indicadores permiten contrastar la situación actual del área de bodega con el escenario propuesto, considerando la

incorporación de una segunda balanza cercana a las entradas 3 y 4 y la reorganización de los flujos de carga.

Tabla 38

Indicadores comparativos del layout (actual vs propuesto)

Indicador	Layout actual	Layout propuesto	Resultado esperado
Recorrido máximo con carga pesada	20 m	8 m	Reducir distancia recorrida con carga
Reducción del recorrido máximo	—	60 %	Disminuir esfuerzo físico acumulado
Punto de pesaje para carga pesada	Centralizado	Descentralizado (balanza adicional)	Evitar traslados innecesarios
Flujo de trabajo	Cruzado/concentrado	Más directo/sectorizado	Mejorar orden y circulación
Exposición al transporte manual	Alta	Reducida	Disminuir fatiga por repetición

Nota. Elaborado por el investigador sobre el layout actual y el propuesto.

Los indicadores comparativos muestran que el layout propuesto permite una reducción significativa del recorrido máximo con carga pesada, pasando de 20 m a 8 m, lo que representa aproximadamente un 60 % menos de desplazamiento por ciclo operativo. Aunque la distancia aislada no es extrema, su repetición continua durante la jornada constituye un factor crítico de fatiga y sobreesfuerzo; por ello, la reducción del recorrido impacta directamente en la disminución del esfuerzo físico acumulado.

Con el fin de proyectar el impacto esperado de la mesa elevadora con ruedas en las tareas críticas del área de bodega, se definieron indicadores comparativos enfocados en la altura de manipulación, el esfuerzo físico requerido y la postura de trabajo. Esta intervención busca controlar los factores ergonómicos asociados al levantamiento manual desde niveles bajos, la manipulación en alturas no favorables y la fatiga acumulada generada por movimientos repetitivos durante la jornada.

Tabla 39

Indicadores comparativos asociados a la mesa elevadora con ruedas

Indicador	Condición actual	Condición esperada con mesa elevadora	Resultado esperado
Altura de manipulación de carga	Fija / variable, a menudo baja	Ajustable (mantener en zona media)	Reducir flexión del tronco
Levantamiento desde nivel bajo	Frecuente	Ocasional	Disminuir sobreesfuerzo lumbar
Postura durante manipulación	Flexión y carga cercana al suelo	Postura más neutra	Mejorar alineación corporal
Esfuerzo físico percibido	Alto	Moderado – Bajo	Reducir fatiga acumulada
Riesgo por levantamiento (NIOSH)	LI = 1,73	Tendencia a disminuir	Acercarse a condiciones más seguras

Nota. Elaborado por el investigador en cuanto a “tendencia a disminuir” no se está inventado un nuevo LI, solo se plantea la dirección esperada al cambio.

Los indicadores muestran que la mesa elevadora con ruedas se proyecta como una medida efectiva para controlar la altura de manipulación de las cargas, evitando que las tareas se realicen desde niveles bajos que obligan a flexionar el tronco de forma repetitiva. Al mantener la carga dentro de la zona media de trabajo, se espera una disminución del esfuerzo biomecánico sobre la región lumbar y una mejora en la postura general durante el almacenamiento y retiro de materiales.

En términos de riesgo ergonómico, la intervención se relaciona directamente con los factores que incrementaron el índice de levantamiento obtenido en el diagnóstico (condiciones de altura y postura desfavorables). Por ello, se espera que la aplicación de esta ayuda mecánica contribuya a reducir la exposición al levantamiento manual exigente y a mejorar las

condiciones de seguridad en la manipulación de cargas, complementando la optimización del layout y reforzando la sostenibilidad de la propuesta.

Adicionalmente, la descentralización del pesaje mediante una segunda balanza cercana a las entradas 3 y 4 reorganiza el flujo operativo, evitando cruces innecesarios y mejorando la fluidez del proceso. En consecuencia, se espera que esta intervención reduzca la exposición al transporte manual repetitivo, fortaleciendo el control del riesgo ergonómico asociado a recorridos con carga y contribuyendo a una operación más ordenada y eficiente.

Con el fin de consolidar la propuesta de mejora ergonómica y asegurar su sostenibilidad en el tiempo, se establecen controles administrativos que complementan las intervenciones de ingeniería. Estos controles se orientan a regular la forma en que se ejecutan las tareas, reducir la variabilidad operativa y gestionar la exposición del personal a esfuerzos repetitivos. En este estudio, los controles administrativos considerados incluyen la estandarización del proceso mediante un flujograma TO BE, la rotación planificada de trabajadores y la implementación programada de pausas activas durante la jornada laboral.

Tabla 40

Indicadores comparativos de controles administrativos (actual vs propuesto)

Control administrativo	Condición actual	Condición esperada (propuesta)	Resultado esperado
Procedimiento operativo (TO BE)	Actividades ejecutadas de forma empírica y variable	Proceso estandarizado con secuencia definida	Reducir variabilidad y mejorar cumplimiento de prácticas seguras
Puntos de decisión (tipo de carga)	No definido formalmente	Clasificación por tipo de carga	Mejorar orden de almacenamiento y reducir errores operativos
Rotación de trabajadores	No estructurada o informal	Rotación por bloques (mañana/intermedio/tarde)	Disminuir fatiga acumulada y sobrecarga localizada
Pausas activas	Irregulares / sin planificación	Pausas programadas + rutina definida	Favorecer recuperación muscular y reducir tensión
Control y verificación	No sistematizado	Verificación final de orden/estabilidad	Mantener condiciones seguras y sostenibles

Nota. Elaboración propia por el investigador para los controles administrativos

Los controles administrativos propuestos permiten fortalecer la implementación de la mejora ergonómica al estandarizar la forma de trabajo y controlar la exposición del personal a esfuerzos físicos repetitivos. El flujograma TO BE organiza la secuencia operativa e incorpora

puntos de decisión que orientan el almacenamiento según el tipo de carga, reduciendo la improvisación y favoreciendo la aplicación constante de las mejoras técnicas implementadas (layout, mesa elevadora y estanterías). Por su parte, la rotación planificada contribuye a distribuir la exigencia física entre los trabajadores, evitando la permanencia prolongada en tareas de alta demanda y reduciendo la fatiga acumulada a lo largo de la jornada. De manera complementaria, las pausas activas programadas permiten recuperar musculatura y disminuir la tensión en zonas corporales críticas, lo que refuerza el enfoque preventivo y mejora el bienestar del personal operativo. En conjunto, se espera que estos controles faciliten la sostenibilidad de la propuesta y promuevan una cultura de trabajo más segura y ordenada.

En síntesis, los resultados esperados de la propuesta se orientan a reducir el esfuerzo físico y el riesgo ergonómico en el área de bodega mediante intervenciones técnicas (controles de ingeniería) y medidas de gestión (controles administrativos). La reducción de recorridos con carga, el control de la altura de manipulación, la estandarización del almacenamiento por zonas y la organización del trabajo permiten proyectar mejoras sostenibles tanto en la salud musculoesquelética del personal como en la eficiencia del proceso logístico.

Con el fin de consolidar los principales resultados esperados de la propuesta, se presenta una síntesis comparativa que integra los cambios proyectados en el layout, la manipulación de cargas y la organización del trabajo.

Tabla 41

Síntesis de resultados esperados de la propuesta

Eje de intervención	Situación actual	Situación esperada	Resultado esperado clave
Rediseño de layout	Recorrido máximo con carga: 20 m	Recorrido máximo con carga: 8 m	Reducir distancia recorrida con carga ($\approx 60\%$)
Ayuda mecánica (mesa elevadora)	Altura de manipulación variable y baja	Altura regulable en zona media	Índice de Levantamiento NIOSH (IL): Reducción a $IL < 1.0$ (Riesgo Aceptable)
Rediseño de estanterías (3 niveles)	Almacenamiento sin criterio por peso	Distribución por zonas baja/media/alta	Ángulo de flexión del tronco: Reducción a $< 20^\circ$ (Postura Neutra)
Procedimiento TO BE	Proceso empírico y variable	Proceso estandarizado	Adherencia al estándar: 100% del personal capacitado y evaluado

Rotación de trabajadores	Exposición prolongada en tareas repetitivas	Rotación por bloques	Tiempo máximo de exposición: < 2 horas continuas en alta demanda
Pausas activas	Aplicación irregular	Planificación + rutina definida	Frecuencia de ejecución: 2 pausas diarias de 8 a 10 minutos

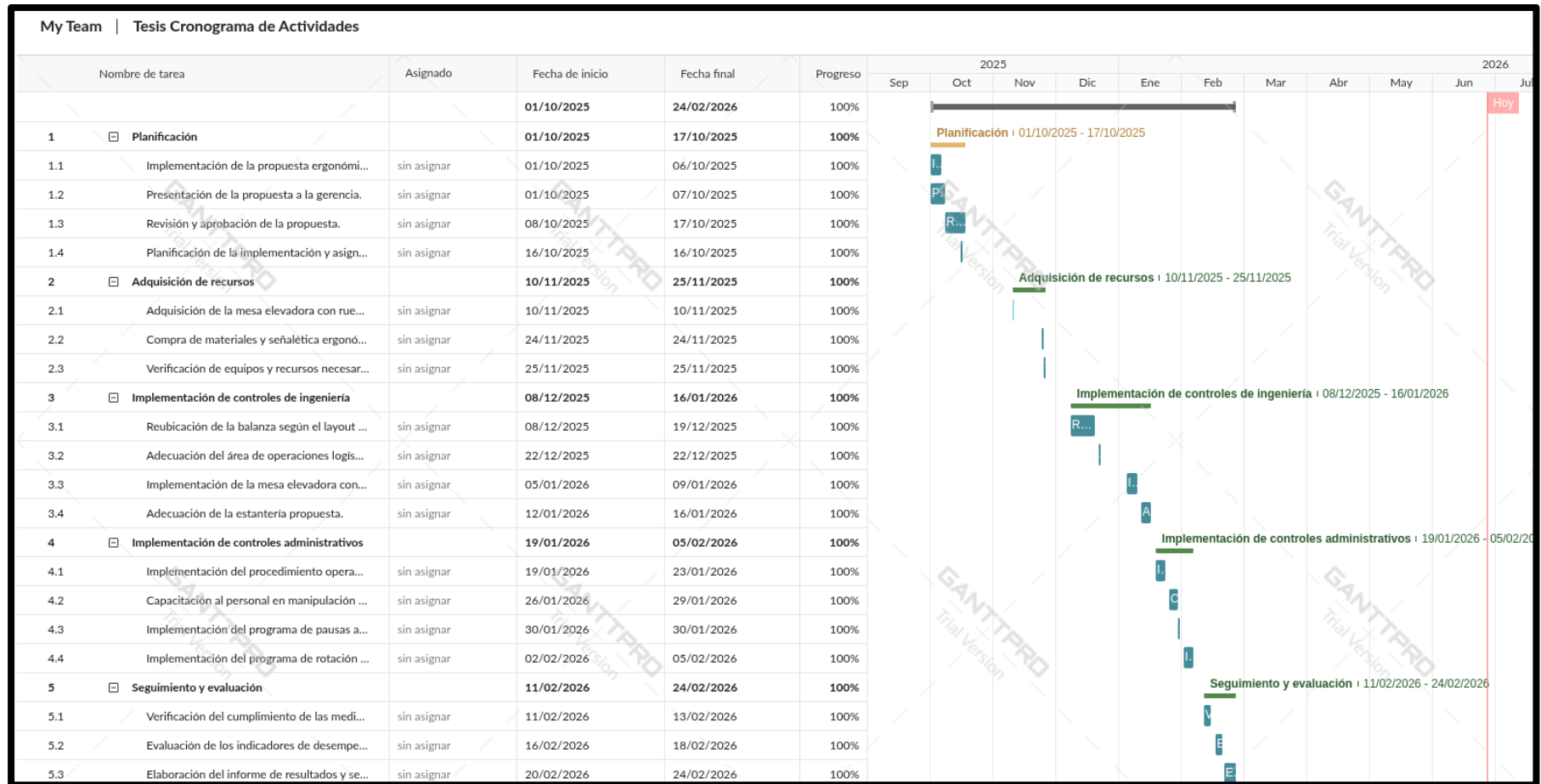
Nota. Elaboración propia por el investigador basado en una síntesis comparativa sobre los resultados expuestos.

La síntesis comparativa evidencia que la propuesta aborda de manera directa y cuantificable los factores críticos identificados durante el diagnóstico ergonómico, combinando intervenciones técnicas y medidas organizativas. En consecuencia, la introducción de estos indicadores medibles permite auditar objetivamente la disminución del esfuerzo físico, la reducción del riesgo ergonómico asociado al transporte y levantamiento manual de cargas, y verificar la mejora sostenida en la eficiencia y orden del proceso operativo del área de bodega.

Cronograma de actividades

Figura 11

Cronograma de actividades



Análisis de Costos

El análisis de costos se elaboró con valores referenciales, considerando un servicio profesional integral que incluye levantamiento de información, diseño técnico de la propuesta, documentación, capacitación, coordinación de implementación y seguimiento inicial. Los costos pueden variar según proveedor, disponibilidad de equipos y condiciones de instalación.

Con el fin de establecer la viabilidad de implementación de la propuesta, se elaboró un cronograma referencial por fases que organiza las actividades principales, sus entregables y el tiempo estimado de ejecución. Esta planificación permite estructurar la intervención de manera ordenada, reducir improvisaciones durante la implementación y facilitar la asignación de recursos humanos y materiales.

Tabla 42

Tiempo estimado por ejecución por fases

Fase	Actividades principales	Duración estimada
Fase 1: Planificación y levantamiento	Revisión de proceso, mediciones, validación de recorridos	3 días
Fase 2: Diseño y documentación	Layout propuesto, estanterías, TO BE, IPER residual, fichas técnicas	5 días
Fase 3: Implementación	Instalación/reubicaciones, señalización, ordenamiento, pruebas	4 días
Fase 4: Capacitación y control	Capacitación, rotación, verificación y ajustes	3 días

Nota. Elaborado por el investigador fases y duración estimada para realizar la propuesta.

La planificación por fases permite ejecutar la propuesta de manera progresiva, iniciando con el levantamiento y validación de información en campo, seguido del diseño técnico y la documentación necesaria para estandarizar el proceso. Posteriormente, la fase de implementación concentra las actividades físicas y de organización del área, mientras que la fase final asegura la apropiación de las medidas por parte del personal mediante capacitación, rotación planificada y verificación de cumplimiento. En conjunto, el tiempo estimado de 15 días laborables proporciona una referencia realista para coordinar recursos y garantizar una puesta en marcha controlada.

La Tabla 27 resume los costos referenciales de adquisición de equipos y materiales necesarios para la propuesta, incluyendo ayudas mecánicas, elementos de apoyo operativo y materiales complementarios de señalización y documentación.

Tabla 43

Equipos y materiales (USD)

Ítem	Cantidad	Unitario	Subtotal
Mesa elevadora con ruedas (500 kg)	1	\$600	\$600
Balanza plataforma (balanza 2)	1	\$350	\$350
Estantería metálica 3 niveles (altura 2,4 m)	1	\$250	\$250
Escalera portátil (uso ocasional zona alta)	1	\$100	\$100
Señalética + etiquetas + marcación de zonas	1	\$40	\$40
Impresiones (procedimiento TO BE + instructivos)	1	\$30	\$30
Total, equipos/materiales			\$1370

La Tabla 28 presenta el desglose de honorarios profesionales asociados al desarrollo e implementación de la propuesta, estructurados por entregables y actividades técnicas, con el objetivo de reflejar el alcance del servicio profesional requerido.

Tabla 44

Honorarios profesionales para implementación

Entregable / servicio	Incluye	Costo
Diagnóstico ergonómico completo	observación, IPER, NIOSH, MAC, layout y recorridos	\$450
Diseño de propuesta técnica (ingeniería)	mesa elevadora, layout 20→8, estanterías 3 niveles	\$650
Documentación y estandarización	TO BE en Bizagi, procedimientos, instructivos	\$300
Implementación asistida	coordinación de instalación, pruebas en sitio	\$400
Capacitación al personal	rotación, pausas activas, uso de equipos	\$250
Seguimiento inicial	verificación post-implementación, ajustes	\$250
Total, honorarios profesionales		\$2300

El valor estimado de honorarios contempla no solo la elaboración técnica de la propuesta, sino también la documentación del proceso, la capacitación al personal y el seguimiento inicial, lo

cual permite asegurar que la intervención se ejecute de manera controlada y con criterios de mejora continua.

La Tabla 29 detalla el cálculo del costo de mano de obra necesario para ejecutar las actividades físicas de implementación, considerando el número de trabajadores requeridos, el tiempo estimado por actividad y tarifas diarias referenciales para técnico y operario/ayudante.

El costo de mano de obra se concentra en actividades operativas específicas, como instalación o reubicación de equipos, adecuación de estanterías, señalización y validación del flujo de trabajo. Esta estimación permite planificar la implementación sin afectar significativamente la continuidad de la operación.

Los equipos considerados corresponden a elementos directamente relacionados con la reducción del riesgo ergonómico y la optimización del proceso operativo. Los valores presentados son referenciales y podrán ajustarse en función de cotizaciones locales o disponibilidad comercial, sin alterar el enfoque técnico de la propuesta.

La Tabla 30 presenta el consolidado del costo total estimado de la propuesta, integrando los componentes de honorarios profesionales, mano de obra, equipos/materiales e indirectos, con el fin de definir el presupuesto global del proyecto.

Tabla 45

Costo total estimado (USD)

Componente	Total
Honorarios profesionales	\$2300
Equipos y materiales	\$1370
TOTAL, GENERAL	\$3670

El costo total estimado permite dimensionar la inversión necesaria para ejecutar la propuesta de mejora ergonómica de manera integral. Este presupuesto sirve como base para la toma de decisiones y planificación de implementación, considerando que su principal finalidad es reducir el riesgo ergonómico y mejorar el desempeño operativo del área de bodega.

VAN Y TIR

Con el objetivo de sustentar la propuesta no solo desde el impacto ergonómico y operativo, sino también desde la toma de decisiones gerenciales, se emplearon los indicadores Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR). Estos indicadores se utilizan

porque permiten evaluar la conveniencia de invertir considerando el valor del dinero en el tiempo, es decir, que un dólar hoy no equivale a un dólar en el futuro.

El VAN cuantifica el valor que genera el proyecto en términos presentes, descontando los beneficios futuros a una tasa anual referencial; por tanto, un VAN positivo indica que la propuesta crea valor y que los ahorros esperados compensan la inversión inicial. Por su parte, la TIR representa la rentabilidad interna del proyecto y facilita la comparación directa con una tasa mínima requerida (tasa de descuento); si la TIR supera dicha tasa, la inversión resulta financieramente atractiva.

En consecuencia, el uso de VAN y TIR permite complementar la evaluación técnica de la propuesta con un análisis económico objetivo, brindando a la administración un criterio adicional para decidir su implementación bajo diferentes escenarios de ahorro anual.

Para sustentar la conveniencia económica de la propuesta, se construyó un flujo de caja a cinco años y se calcularon los indicadores VAN y TIR, considerando la inversión inicial del proyecto (USD 3670) como desembolso en el año 0. Dado que el ahorro real puede variar según el nivel de adopción operativa y el volumen de recorridos, se analizaron tres escenarios (conservador, probable y optimista) con beneficios netos anuales diferenciados.

- Inversión inicial IO = USD \$3670
- Horizonte n = 5 años
- Tasa de descuento r= %12

Tabla 46

Evaluación económica de la propuesta mediante VAN, TIR y Payback (Periodo de Recuperación)

Escenario	Beneficio neto anual (USD/año)	VAN (USD)	TIR	Payback simple (años)	Decisión (VAN>0 y TIR>r)
Conservador	650	-1327	-4%	6	No viable
Probable	2050	3720	48%	2	Viable
Optimista	3950	10569	105%	1	Muy viable

Los resultados muestran que el escenario conservador no recupera la inversión dentro del horizonte evaluado, mientras que en los escenarios probable y optimista la propuesta genera valor (VAN positivo) y presenta rentabilidades superiores a la tasa mínima requerida (TIR > 12%). En consecuencia, la implementación se recomienda siempre que el ahorro operativo real

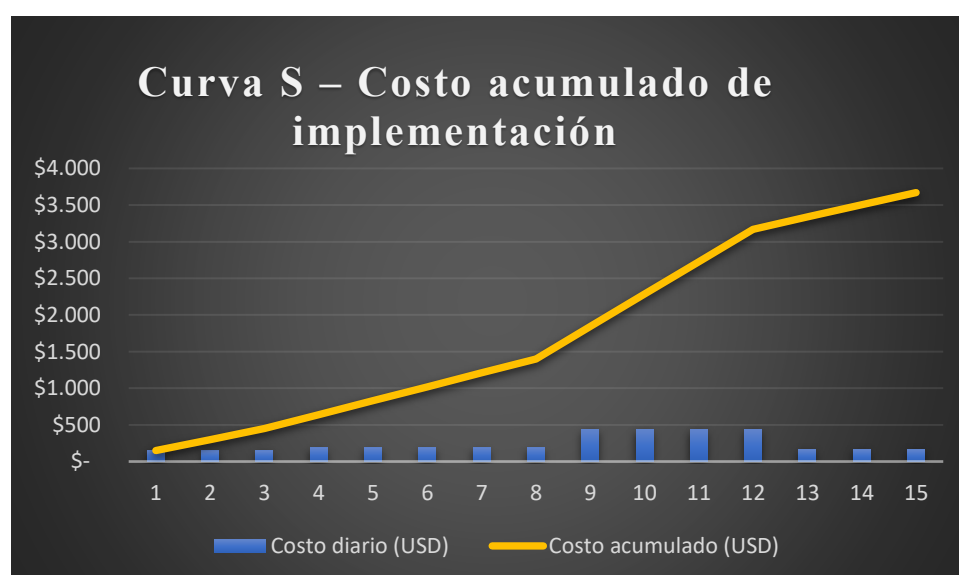
se aproxime al escenario probable, lo cual puede verificarse mediante mediciones de tiempos y conteo de recorridos antes y después de la intervención.

Curva S

Con el fin de representar de manera visual el comportamiento del presupuesto durante la ejecución de la propuesta, se utilizó la Curva S. Esta herramienta es común en la gestión de proyectos porque permite controlar el avance financiero en función del tiempo, identificar las etapas donde se concentra el mayor consumo de recursos y facilitar la comparación posterior entre lo planificado y lo ejecutado. En este caso, la Curva S se construyó a partir del cronograma de 15 días laborables y del costo total estimado del proyecto (USD 3670), distribuido por fases de implementación.

Tabla 47

Curva S - Costo de Implementación



Nota. Curva S del costo de acumulación de la implementación, elaborada por el investigador.

La gráfica presenta el costo acumulado de implementación en el eje vertical (USD) y los días de ejecución en el eje horizontal. La tendencia muestra un crecimiento inicial progresivo correspondiente a las actividades de planificación, levantamiento y diseño; posteriormente, se observa un incremento más pronunciado en el tramo medio del cronograma, asociado a la fase de implementación, donde se concentran las actividades físicas y la adquisición/instalación de equipos. Finalmente, la pendiente disminuye hacia el cierre del proyecto, reflejando que la etapa final (capacitación, verificación y ajustes) requiere menor inversión adicional. En conjunto, la Curva S permite evidenciar cómo se distribuye el gasto a

lo largo del tiempo y confirma que el costo total acumulado alcanza el valor planificado de USD 3670.

El presupuesto total estimado considera un servicio profesional integral y la inversión en equipos clave para reducir el riesgo ergonómico. En conjunto, el análisis de costos evidencia que la propuesta contempla tanto intervenciones técnicas como acciones organizativas necesarias para asegurar su sostenibilidad. La inversión estimada se justifica por el impacto esperado en la reducción del esfuerzo físico, disminución de recorridos con carga y fortalecimiento de la prevención de riesgos en el área de operaciones logísticas.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El diagnóstico del área de operaciones logísticas evidenció que la manipulación manual de cargas se realiza bajo condiciones ergonómicas desfavorables, caracterizadas por levantamientos repetitivos, transporte manual frecuente y posturas forzadas durante el almacenamiento. Además, el layout inicial concentraba el pesaje en un solo punto, lo que generaba recorridos repetitivos con carga y aumentaba el esfuerzo físico acumulado del personal de bodega.

La evaluación mediante herramientas ergonómicas reconocidas permitió priorizar de manera técnica las tareas críticas. La Matriz IPER (NTP 330) clasificó las actividades de levantamiento, transporte y apilado en bodega en niveles de riesgo altos, lo que justifica intervención inmediata. El Cuestionario Nórdico confirmó la presencia de molestias musculoesqueléticas en zonas corporales críticas, especialmente región lumbar y hombros. La Ecuación Revisada de NIOSH reflejó que el peso manipulado supera el límite recomendado bajo las condiciones observadas (LI mayor a 1), mientras que el método MAC evidenció riesgo elevado en el transporte y manipulación repetitiva, fortaleciendo la consistencia del diagnóstico.

La propuesta de mejora diseñada integra controles de ingeniería y administrativos, lo que permite abordar el riesgo ergonómico desde el origen y desde la gestión del trabajo. En ingeniería, la incorporación de una mesa elevadora con ruedas y el rediseño del layout con una segunda balanza reducen la distancia máxima recorrida con carga de 20 m a 8 m, disminuyendo el esfuerzo físico asociado al transporte manual. El rediseño de estanterías en tres niveles, con distribución por zonas según el peso, contribuye a mejorar la postura de trabajo y a controlar la manipulación en alturas desfavorables. En administración, el procedimiento TO BE, la rotación del personal y las pausas activas fortalecen la estandarización operativa y reducen la exposición prolongada a tareas repetitivas.

El análisis de viabilidad, sustentado en el cronograma de implementación por fases y en la estimación de los costos referenciales, permite concluir que la propuesta es factible de implementar en un horizonte de corto plazo, siempre que exista una adecuada coordinación operativa y el compromiso del personal involucrado. La planificación por etapas facilita la ejecución progresiva de las mejoras propuestas sin afectar significativamente la continuidad de las operaciones logísticas y permite realizar un seguimiento sistemático.

Recomendaciones

Socializar e implementar el procedimiento TO BE con el personal de bodega, reforzando su cumplimiento mediante capacitaciones breves y supervisión inicial. Esta estandarización permitirá sostener los cambios en el tiempo y reducir la variabilidad en la ejecución de tareas.

Aplicar una rotación planificada por bloques horarios para equilibrar la carga física del trabajo entre operarios y reducir la fatiga acumulada. Complementar esta medida con pausas activas programadas durante la jornada, utilizando una rutina simple enfocada en zona lumbar, hombros y extremidades superiores.

Establecer un sistema de seguimiento con indicadores mínimos de control, tales como reducción de recorrido con carga, tiempo promedio de ciclo pesaje–almacenamiento y cumplimiento de pausas activas, realizando mediciones periódicas para verificar resultados y ajustar el plan cuando se identifiquen desviaciones.

Mantener la mejora continua mediante reevaluaciones ergonómicas periódicas (IPER residual, MAC y encuesta de molestias), con el fin de validar la efectividad de la propuesta, identificar nuevos riesgos y asegurar que los controles implementados se mantengan operativos y vigentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Betancourt, Oscar. (1999). *Para la enseñanza e investigación de la salud y seguridad en el trabajo* (OPS/OMS & FUNSAD, Curs.; Primera edición). OPS/OMS-FUNSAD. https://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/archivo/sst_ob.pdf
- Carbone. (s.d.). *WADFLOW by Total Tools-MANEJO MATERIALES Y ALMACENAJE*. Recuperatus 24 iunius 2026, ab <https://share.google/YBdStPa8Drl2ZDznr>
- Castellanos Ramírez, A. (2021). *Logística comercial internacional 2da edición*. 2, 1–411. https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=261YEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=logistica+&ots=FLA8PAsBdF&sig=1iqPkv4sRNqUTXZOWLPJdeDsryY&redir_e=sc=y#v=onepage&q&f=false
- Decreto Ejecutivo 2393. (s.d.). *Decreto Ejecutivo 2393 | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios*. Recuperatus 10 iunius 2026, ab <https://www.gob.ec/regulaciones/decreto-ejecutivo-2393>
- Ergonomía. Manipulación manual. Parte 1: Levantamiento y transporte. (ISO 11228-1:2003, IDT), (Año en que el INEN oficializó la adopción de esta norma en Ecuador (2014). <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- Essensoluciones.uy. (s.d.). *Carro de carga-traslado 4 ruedas hasta 150kg plegable - essensoluciones.uy*. Recuperatus 24 iunius 2026, ab <https://essensoluciones.uy/producto/carro-de-carga-traslado-4-ruedas-hasta-150kg/>
- Eurotransis. (s.d.). *Transportador motorizado de rodillos para palés Transporte pesado*. Eurotransis. Recuperatus 24 iunius 2026, ab <https://eurotransis.com/tienda/fabricante-transportadores-rodillos/transportadores-rectos-de-rodillos/transportadores-de-rodillos-motorizados/transporte-pesado-motorizados/transportador-de-rodillos-motorizados-para-pales-2/>
- Health and Safety Executive. (2025). *Cuadros de evaluación de manipulación manual (la herramienta MAC): descripción general - HSE*. <https://www.hse.gov.uk/msd/mac/mac-tool-overview.htm>
- Instituto de Medicina Humana y Económica. (2019, december). *Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Disease and Injury Burden 1990-2019 | GHDx*. https://ghdx.healthdata.org/record/ihme-data/gbd-2019-disease-and-injury-burden-1990-2019?utm_source=chatgpt.com

- Ivonne Núñez Figueroa. (2024). *ACUERDO MINISTERIAL Nro. MDT-2024-196*.
<https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/ACUERDO-MINISTERIAL-NRO.-MDT-2024-196-signed.pdf>
- Jesenia Carrasco, Angelica Irene López Asqui, & Alex Daniel Barreno Gadway. (2023). *Riesgos ergonómicos y su influencia en el desempeño laboral. IV*, 1–13.
<https://share.google/KD9ErIagQY3zXLcRs>
- Organización Mundial de la Salud. (2021, february 8). *Trastornos musculoesqueléticos*. Organización Mundial de la Salud. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions?utm_source=chatgpt.com
- Planificación sistemática de la distribución (SLP) | visTABLE®*. (s.d.). Recuperatus 11 iunius 2026, ab <https://www.vistable.com/blog/factory-layout-design/systematic-layout-planning-slp/>
- Unión Sindical Obrera. (2021, augustus 12). *¿Qué son los TME o trastornos musculoesqueléticos? | Sindicato USO*. USO. <https://www.uso.es/que-son-los-tme-o-trastornos-musculoesqueleticos-dudas/>

ANEXOS

Anexo 1

Cuestionario Nórdico de Kuorinka aplicado al Trabajador 1

CUESTIONARIO NÓRDICO (EVALUACIÓN DE SÍNTOMAS MUSCULO TENDINOSOS)																																																							
								Versión: 01																																															
								Fecha:																																															
1. DATOS DE INFORMACIÓN																																																							
Nombre del trabajador: <u>Karen Estefanía Alívar Guzmán</u>								Genero: M ☐ F ☒																																															
Peso: <u>63</u> Kg		Talla: <u>1,59</u> m.		Lateralidad: Dere ☒ Izq ☐		Edad: <u>26</u> años																																																	
Empresa / Área : Operaciones Logísticas																																																							
Puesto de trabajo: Administrativo operativo						Fecha de nacimiento: / /																																																	
Cuanto tiempo realiza el mismo tipo de trabajo? <u>3</u> años <u>2</u> meses																																																							
N° de horas de trabajo diaria <u>8</u> Horas				Días de trabajo x Días de descanso: <u>5</u> x <u>2</u> días																																																			
Persona que hizo la evaluación: Adrián Abizael Fernández Jaramillo						Fecha de la evaluación: / /																																																	
REALIZA TAREAS RELACIONADAS A:																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Aplica en su trabajo</th> <th colspan="2">Ha tenido alguna molestia al realizar algunas de estas acciones</th> <th rowspan="2">Indique en que tarea lo aplica</th> </tr> <tr> <th>Si</th> <th>No</th> <th>Si</th> <th>No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Manipulación manual de cargas :</td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Posturas forzadas (prolongadas) :</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Empuje o tracción de cargas :</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sube o baja (escaleras, talud, otros), continuamente:</td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Permanece de pie por tiempo prolongado:</td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Permanece sentado por tiempo prolongado:</td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td style="text-align: center;">☐</td> <td style="text-align: center;">☒</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											Aplica en su trabajo		Ha tenido alguna molestia al realizar algunas de estas acciones		Indique en que tarea lo aplica	Si	No	Si	No	Manipulación manual de cargas :	☒	☐	☐	☒		Posturas forzadas (prolongadas) :	☐	☒	☐	☒		Empuje o tracción de cargas :	☐	☒	☐	☒		Sube o baja (escaleras, talud, otros), continuamente:	☒	☐	☐	☒		Permanece de pie por tiempo prolongado:	☒	☐	☐	☒		Permanece sentado por tiempo prolongado:	☒	☐	☐	☒	
	Aplica en su trabajo		Ha tenido alguna molestia al realizar algunas de estas acciones		Indique en que tarea lo aplica																																																		
	Si	No	Si	No																																																			
Manipulación manual de cargas :	☒	☐	☐	☒																																																			
Posturas forzadas (prolongadas) :	☐	☒	☐	☒																																																			
Empuje o tracción de cargas :	☐	☒	☐	☒																																																			
Sube o baja (escaleras, talud, otros), continuamente:	☒	☐	☐	☒																																																			
Permanece de pie por tiempo prolongado:	☒	☐	☐	☒																																																			
Permanece sentado por tiempo prolongado:	☒	☐	☐	☒																																																			
ANÁLISIS EN EL APARATO LOCOMOTOR																																																							
	¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido: molestias, dolor, discomfort en:						¿En algún momento durante los últimos 07 días, ha tenido molestias, dolor, discomfort en:																																																
	Le impide hacer su trabajo normal						Le impide hacer su trabajo normal																																																
	No	Si	Izq.	Der.	No	Si	No	Si	Izq.	Der.	No	Si																																											
Una o ambas caderas / piernas	☒								☒																																														
Una o ambas rodillas	☒								☒																																														
Uno o ambos tobillos / pies	☒								☒																																														

Nota. Elaborado por el investigador con base en la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka.

Anexo 2

Cuestionario Nórdico de Kuorinka aplicado al Trabajador 2

CUESTIONARIO NÓRDICO (EVALUACIÓN DE SINTOMAS MUSCULO TENDINOSOS)																																																							
								Versión: 01																																															
								Fecha:																																															
1. DATOS DE INFORMACION																																																							
Nombre del trabajador: NICOLAS BENJAMIN LÓPEZ ALMEIDA								Genero: M ☒ F ☐																																															
Peso:	Kg	Talla:	m.	Lateralidad:	Der: ☒ Izq: ☐	Edad: 32 años																																																	
Empresa / Área : Operaciones Logísticas																																																							
Puesto de trabajo: Administrativo operativo						Fecha de nacimiento: 16 / 02 / 1993																																																	
Cuanto tiempo realiza el mismo tipo de trabajo?				2	años	meses																																																	
N° de horas de trabajo diaria		8	Horas		Días de trabajo x Días de descanso:		5	X	2 días																																														
Persona que hizo la evaluación: Adrian Abizael Fernandez Jaramillo						Fecha de la evaluación: / /																																																	
REALIZA TAREAS RELACIONADAS A:																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Aplica en su trabajo</th> <th colspan="2">Ha tenido alguna molestia al realizar algunas de estas acciones</th> <th rowspan="2">Indique en que tarea lo aplica</th> </tr> <tr> <th>Si</th> <th>No</th> <th>Si</th> <th>No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Manipulación manual de cargas :</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>DESPACHO DE MERCADERIA</td> </tr> <tr> <td>Posturas forzadas (prolongadas) :</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>DESPACHO DE MERCADERIA</td> </tr> <tr> <td>Empuje o tracción de cargas :</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>DESPACHO DE MERCADERIA</td> </tr> <tr> <td>Sube o baja (escaleras, talud, otros), continuamente:</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Permanece de pie por tiempo prolongado:</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Permanece sentado por tiempo prolongado:</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>REVISIÓN DOCUMENTOS</td> </tr> </tbody> </table>											Aplica en su trabajo		Ha tenido alguna molestia al realizar algunas de estas acciones		Indique en que tarea lo aplica	Si	No	Si	No	Manipulación manual de cargas :	☒	☐	☒	☐	DESPACHO DE MERCADERIA	Posturas forzadas (prolongadas) :	☒	☐	☒	☐	DESPACHO DE MERCADERIA	Empuje o tracción de cargas :	☒	☐	☐	☒	DESPACHO DE MERCADERIA	Sube o baja (escaleras, talud, otros), continuamente:	☐	☒	☐	☒		Permanece de pie por tiempo prolongado:	☐	☒	☐	☒		Permanece sentado por tiempo prolongado:	☒	☐	☐	☒	REVISIÓN DOCUMENTOS
	Aplica en su trabajo		Ha tenido alguna molestia al realizar algunas de estas acciones		Indique en que tarea lo aplica																																																		
	Si	No	Si	No																																																			
Manipulación manual de cargas :	☒	☐	☒	☐	DESPACHO DE MERCADERIA																																																		
Posturas forzadas (prolongadas) :	☒	☐	☒	☐	DESPACHO DE MERCADERIA																																																		
Empuje o tracción de cargas :	☒	☐	☐	☒	DESPACHO DE MERCADERIA																																																		
Sube o baja (escaleras, talud, otros), continuamente:	☐	☒	☐	☒																																																			
Permanece de pie por tiempo prolongado:	☐	☒	☐	☒																																																			
Permanece sentado por tiempo prolongado:	☒	☐	☐	☒	REVISIÓN DOCUMENTOS																																																		
ANÁLISIS EN EL APARATO LOCOMOTOR																																																							
	¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido molestias, dolor, disconfort en:						¿En algún momento durante los últimos 07 días, ha tenido molestias, dolor, disconfort en:																																																
	Le impide hacer su trabajo normal						Le impide hacer su trabajo normal																																																
	No	Si	Izq.	Der.	No	Si	No	Si	Izq.	Der.	No	Si																																											
Una o ambas caderas / piernas	☒						☒																																																
Una o ambas rodillas	☒						☒																																																
Uno o ambos tobillos / pies	☒						☒																																																

Nota. Elaborado por el investigador con base en la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka.

Anexo 3

Cuestionario Nórdico de Kuorinka aplicado al Trabajador 3

CUESTIONARIO NÓRDICO (EVALUACIÓN DE SÍNTOMAS MUSCULO TENDINOSOS)																																																									
										Versión: 01																																															
										Fecha:																																															
1. DATOS DE INFORMACION																																																									
Nombre del trabajador: <u>EMIL SANTIAGO PROANCO CHAUCA</u>										Genero: M ☐ F ☒																																															
Peso: <u>74</u>	Kg	Talla: <u>1.67</u>	m.	Lateralidad: Dere ☒ Izq ☐				Edad: <u>27</u>	años																																																
Empresa / Área : Operaciones Logísticas																																																									
Puesto de trabajo: Responsable de Bodega / Asistentes de Bodega								Fecha de nacimiento: <u>15 / 12 / 98</u>																																																	
Cuanto tiempo realiza el mismo tipo de trabajo?				<u>3</u>	años	<u>4</u>	meses																																																		
N° de horas de trabajo diaria		<u>8</u>	Horas	Días de trabajo x Días de descanso:		<u>5</u>	x	<u>2</u>	días																																																
Persona que hizo la evaluación: Adrián Abizael Fernandez Jaramillo										Fecha de la evaluación: <u> </u> / <u> </u> / <u> </u>																																															
REALIZA TAREAS RELACIONADAS A:																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Aplica en su trabajo</th> <th colspan="2">Ha tenido alguna molestia al realizar algunas de estas acciones</th> <th rowspan="2">Indique en que tareas lo aplica</th> </tr> <tr> <th>Si</th> <th>No</th> <th>Si</th> <th>No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Manipulación manual de cargas :</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>RECEPCION CARGA</td> </tr> <tr> <td>Posturas forzadas (prolongadas) :</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>RECEPCION CARGA</td> </tr> <tr> <td>Empuje o tracción de cargas :</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>RECEPCION Y DESPACHO</td> </tr> <tr> <td>Sube o baja (escaleras, talud, otros), continuamente:</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Permanece de pie por tiempo prolongado:</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>AL SORTIR DEL MATERIAL</td> </tr> <tr> <td>Permanece sentado por tiempo prolongado:</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>NO</td> </tr> </tbody> </table>													Aplica en su trabajo		Ha tenido alguna molestia al realizar algunas de estas acciones		Indique en que tareas lo aplica	Si	No	Si	No	Manipulación manual de cargas :	☒	☐	☒	☐	RECEPCION CARGA	Posturas forzadas (prolongadas) :	☒	☐	☒	☐	RECEPCION CARGA	Empuje o tracción de cargas :	☒	☐	☒	☐	RECEPCION Y DESPACHO	Sube o baja (escaleras, talud, otros), continuamente:	☐	☒	☐	☒	NO	Permanece de pie por tiempo prolongado:	☒	☐	☐	☒	AL SORTIR DEL MATERIAL	Permanece sentado por tiempo prolongado:	☐	☒	☐	☒	NO
	Aplica en su trabajo		Ha tenido alguna molestia al realizar algunas de estas acciones		Indique en que tareas lo aplica																																																				
	Si	No	Si	No																																																					
Manipulación manual de cargas :	☒	☐	☒	☐	RECEPCION CARGA																																																				
Posturas forzadas (prolongadas) :	☒	☐	☒	☐	RECEPCION CARGA																																																				
Empuje o tracción de cargas :	☒	☐	☒	☐	RECEPCION Y DESPACHO																																																				
Sube o baja (escaleras, talud, otros), continuamente:	☐	☒	☐	☒	NO																																																				
Permanece de pie por tiempo prolongado:	☒	☐	☐	☒	AL SORTIR DEL MATERIAL																																																				
Permanece sentado por tiempo prolongado:	☐	☒	☐	☒	NO																																																				
ANÁLISIS EN EL APARATO LOCOMOTOR																																																									
	¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido: molestias, dolor, discomfort en:						¿En algún momento durante los últimos 07 días, ha tenido molestias, dolor, discomfort en:																																																		
	Le impide hacer su trabajo normal						Le impide hacer su trabajo normal																																																		
	No	Si	Izq	Der	No	Si	No	Si	Izq	Der	No	Si																																													
Una o ambas caderas / piernas	☒						☒																																																		
Una o ambas rodillas	☒						☒																																																		
Uno o ambos tobillos / pies	☒						☒																																																		

Nota. Elaborado por el investigador con base en la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka.

Anexo 4

Cuestionario Nórdico de Kuorinka aplicado al Trabajador 4

CUESTIONARIO NÓRDICO (EVALUACIÓN DE SINTOMAS MUSCULO TENDINOSOS)																																																							
								Versión: 01																																															
								Fecha:																																															
1. DATOS DE INFORMACION																																																							
Nombre del trabajador: <u>Bryan Cristopher Ichar Tabango</u>								Genero: M ☒ F ☐																																															
Peso: <u>64</u> Kg		Talla: <u>1,69</u> m.		Lateralidad: Dere ☒ Izq ☐		Edad: <u>30</u> años																																																	
Empresa / Área : Operaciones Logísticas																																																							
Puesto de trabajo: Responsable de Bodega / Asistentes de Bodega						Fecha de nacimiento: <u>17 '02' 1995</u>																																																	
Cuanto tiempo realiza el mismo tipo de trabajo? <u>7</u> años <u>7</u> meses																																																							
N° de horas de trabajo diaria <u>8</u> Horas		Días de trabajo x Días de descanso: <u>5</u> X <u>2</u> días																																																					
Persona que hizo la evaluación: Adrian Abizael Fernandez Jaramillo						Fecha de la evaluación: <u> </u> / <u> </u> / <u> </u>																																																	
REALIZA TAREAS RELACIONADAS A:																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Aplica en su trabajo</th> <th colspan="2">Ha tenido alguna molestia al realizar algunas de estas acciones</th> <th rowspan="2">Indique en que tarea lo aplica</th> </tr> <tr> <th>Si</th> <th>No</th> <th>Si</th> <th>No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Manipulación manual de cargas :</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>Entregar la carga al cliente</td> </tr> <tr> <td>Posturas forzadas (prolongadas) :</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>Al manipular/alzar cajas</td> </tr> <tr> <td>Empuje o tracción de cargas :</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>Al mover pallets</td> </tr> <tr> <td>Sube o baja (escaleras, talud, otros), continuamente:</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Permanece de pie por tiempo prolongado:</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>muy poco</td> </tr> <tr> <td>Permanece sentado por tiempo prolongado:</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>☒</td> <td>☐</td> <td>Realizo actividades en la Computadora</td> </tr> </tbody> </table>											Aplica en su trabajo		Ha tenido alguna molestia al realizar algunas de estas acciones		Indique en que tarea lo aplica	Si	No	Si	No	Manipulación manual de cargas :	☒	☐	☒	☐	Entregar la carga al cliente	Posturas forzadas (prolongadas) :	☒	☐	☒	☐	Al manipular/alzar cajas	Empuje o tracción de cargas :	☒	☐	☐	☒	Al mover pallets	Sube o baja (escaleras, talud, otros), continuamente:	☐	☒	☐	☒		Permanece de pie por tiempo prolongado:	☐	☒	☐	☒	muy poco	Permanece sentado por tiempo prolongado:	☒	☐	☒	☐	Realizo actividades en la Computadora
	Aplica en su trabajo		Ha tenido alguna molestia al realizar algunas de estas acciones		Indique en que tarea lo aplica																																																		
	Si	No	Si	No																																																			
Manipulación manual de cargas :	☒	☐	☒	☐	Entregar la carga al cliente																																																		
Posturas forzadas (prolongadas) :	☒	☐	☒	☐	Al manipular/alzar cajas																																																		
Empuje o tracción de cargas :	☒	☐	☐	☒	Al mover pallets																																																		
Sube o baja (escaleras, talud, otros), continuamente:	☐	☒	☐	☒																																																			
Permanece de pie por tiempo prolongado:	☐	☒	☐	☒	muy poco																																																		
Permanece sentado por tiempo prolongado:	☒	☐	☒	☐	Realizo actividades en la Computadora																																																		
ANALISIS EN EL APARATO LOCOMOTOR																																																							
	¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido: molestias, dolor, discomfort en:						¿En algún momento durante los últimos 07 días, ha tenido molestias, dolor, discomfort en:																																																
	Le impide hacer su trabajo normal						Le impide hacer su trabajo normal																																																
	No	Si	Izq.	Der.	No	Si	No	Si	Izq.	Der.	No	Si																																											
Una o ambas caderas / piernas:		☒		☒						☒																																													
Una o ambas rodillas:		☒		☒	☒					☒	☒	☒																																											
Uno o ambos tobillos / pies:	☒									☒																																													

	CUELLO		HOMBRO		DORSAL O LUMBAR		CODO O ANTEBRAZO		MUÑECA O MANO	
1. ¿Ha tenido molestias en?	SI ☒	NO ☐	SI ☐ Izq ☐ Derec ☒	NO ☒ Izq ☐ Derec ☐	SI ☒ Izq ☐ Derec ☐	NO ☐ Izq ☐ Derec ☒	SI ☐ Izq ☐ Derec ☒	NO ☒ Izq ☐ Derec ☐	SI ☒ Izq ☐ Derec ☐	NO ☐ Izq ☐ Derec ☒
Si se contesta NO a la pregunta 1, se finaliza la encuesta										
2. ¿Desde hace cuánto tiempo?	< a 1 año ☐	1 - 5 años ☒	< a 1 año ☐	1 - 5 años ☐	< a 1 año ☒	1 - 5 años ☐	< a 1 año ☐	1 - 5 años ☐	< a 1 año ☐	1 - 5 años ☒
3. ¿Ha necesitado cambiar de puesto de trabajo?	SI ☒	NO ☐	SI ☐	NO ☐	SI ☒	NO ☐	SI ☐	NO ☐	SI ☐	NO ☒
4. ¿Ha tenido molestias en los últimos 12 meses?	SI ☒	NO ☐	SI ☐	NO ☐	SI ☒	NO ☐	SI ☐	NO ☐	SI ☐	NO ☒
Si se contesta NO a la pregunta 4, se finaliza la encuesta										
5. ¿Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses?	1 - 7 días ☐	8 - 30 días ☐	1 - 7 días ☐	8 - 30 días ☐	1 - 7 días ☐	8 - 30 días ☐	1 - 7 días ☐	8 - 30 días ☐	1 - 7 días ☐	8 - 30 días ☐
	> 30 días no seguidos ☒	Siempre ☐	> 30 días no seguidos ☐	Siempre ☐	> 30 días no seguidos ☒	Siempre ☐	> 30 días no seguidos ☐	Siempre ☐	> 30 días no seguidos ☒	Siempre ☐
6. ¿Cuánto dura cada episodio?	< 1 hora ☐	1 - 24 horas ☒	< 1 hora ☐	1 - 24 horas ☐	< 1 hora ☐	1 - 24 horas ☒	< 1 hora ☐	1 - 24 horas ☐	< 1 hora ☐	1 - 24 horas ☒
	1 - 7 días ☐	1 - 4 semanas ☐	1 - 7 días ☐	1 - 4 semanas ☐	1 - 7 días ☐	1 - 4 semanas ☐	1 - 7 días ☐	1 - 4 semanas ☐	1 - 7 días ☐	1 - 4 semanas ☐
	> 1 mes ☐	> 1 mes ☐	> 1 mes ☐	> 1 mes ☐	> 1 mes ☐	> 1 mes ☐	> 1 mes ☐	> 1 mes ☐	> 1 mes ☐	> 1 mes ☐
7. ¿Cuánto tiempo estas molestias le han impedido hacer su trabajo en los últimos 12 meses?	0 días ☒	1 - 7 días ☐	0 días ☐	1 - 7 días ☐	0 días ☒	1 - 7 días ☐	0 días ☐	1 - 7 días ☐	0 días ☒	1 - 7 días ☐
	1 - 4 semanas ☐	> 1 mes ☐	1 - 4 semanas ☐	> 1 mes ☐	1 - 4 semanas ☐	> 1 mes ☐	1 - 4 semanas ☐	> 1 mes ☐	1 - 4 semanas ☐	> 1 mes ☐
8. ¿Ha recibido tratamiento por estas molestias en los últimos 12 meses?	SI ☐	NO ☒	SI ☐	NO ☐	SI ☐	NO ☒	SI ☐	NO ☐	SI ☐	NO ☒
9. ¿Ha tenido molestias en los últimos 7 días?	SI ☒	NO ☐	SI ☐	NO ☐	SI ☒	NO ☐	SI ☐	NO ☐	SI ☐	NO ☒
10. Póngales nota a sus molestias entre 0 (sin molestias) y 5 (molestias muy fuertes)	1 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☒	1 ☐	2 ☐	1 ☐	2 ☐
	3 ☒	4 ☐	3 ☐	4 ☐	3 ☐	4 ☒	3 ☐	4 ☐	3 ☒	4 ☐
	5 ☐	5 ☐	5 ☐	5 ☐	5 ☐	5 ☐	5 ☐	5 ☐	5 ☐	5 ☐
11. ¿A qué atribuye estas molestias?	Trabajo ☒	Deportes ☒	Trabajo ☐	Deportes ☐	Trabajo ☒	Deportes ☐	Trabajo ☐	Deportes ☐	Trabajo ☒	Deportes ☐
	Otros ☐	Otros ☐	Otros ☐	Otros ☐	Otros ☐	Otros ☐	Otros ☐	Otros ☐	Otros ☐	Otros ☐

COMENTARIOS	

Nota. Elaborado por el investigador con base en la aplicación del Cuestionario Nórdico de Kuorinka.