



**UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SUBSISTEMA DE POSGRADO
MAESTRIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

TEMA:

**Propuesta de rediseño ergonómico
del puesto de trabajo de estibador de producto terminado
en la línea de producción de aditivos**

AUTOR:

Joao Fabricio Espinoza Subía

Previo a la obtención del grado Académico de:

MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

TUTORA:

Psi. Galarza Colamarco, Alexandra Patricia, Mgs.

Guayaquil, Ecuador

2026



**UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SUBSISTEMA DE POSGRADO
MAESTRIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

CERTIFICACION

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Ing. Joao Fabricio Espinoza Subía, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Seguridad y Salud en el Trabajo.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

Psi. Galarza Colamarco, Alexandra Patricia, Mgs.

REVISORA

Lic. Andrea Ocaña Ocaña, Ph.D.

DIRECTOR DEL PROGRAMA

Dr. Ricardo Loaiza Cucalón, Mag.

Guayaquil, a los 21 días del mes de septiembre del año 2026



**UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SUBSISTEMA DE POSGRADO
MAESTRIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

DECLARACION DE RESPONSABILIDAD

Yo, Joao Fabricio Espinoza Subía

DECLARO QUE:

El Proyecto de Investigación “Propuesta de rediseño ergonómico del puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos” previo a la obtención del **Grado académico de Magíster en Seguridad y Salud en el Trabajo**, ha sido desarrollada en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme la citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del estudio de caso del Grado Académico en mención.

Guayaquil, a los 21 días del mes de septiembre del año 2026

EL AUTOR:

Joao Fabricio Espinoza Subía



**UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SUBSISTEMA DE POSGRADO
MAESTRIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

AUTORIZACION

Yo, Joao Fabricio Espinoza Subía

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca en la institución del **Proyecto de Investigación del Magíster en Seguridad y Salud en el Trabajo** titulada: **“Propuesta de rediseño ergonómico del puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 21 días del mes de septiembre del año 2025

EL AUTOR:

Joao Fabricio Espinoza Subía



**UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SUBSISTEMA DE POSGRADO
MAESTRIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

INFORME COMPILATIO



Informe de análisis

Compilatio Magister+ | UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Propuesta de rediseño ergonómico del puesto de trabajo de estibador de producto terminado_2
(1)

ID : 2a3008fc09d8dd88e5b3f22e602f8c08c9016fbf



6%
Textos
sospechosos

Nombre del fichero : Propuesta de rediseño ergonómico del puesto de trabajo de estibador de producto terminado_2 (1).txt
Tamaño del archivo original : 1,66 MB
Número de palabras : 18.374

Depositante : José Alberto Medina Crespo
Fecha de depósito : 6 de septiembre de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 6 de septiembre de 2026

TEMA: Propuesta de rediseño ergonómico del puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos

MAESTRANTE: Ing. Joao Fabricio Espinoza Subía

MAESTRIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN E TRABAJO

ELABORADO POR: Ing. Joao Fabricio Espinoza Subía

AGRADECIMIENTO

A Adilisa organización para la cual laboro, expreso mi gratitud por haber gestionado la participación en esta tercera cohorte y haber permitido el desarrollo de esta propuesta en su entorno productivo, facilitando el acceso a información clave para el análisis ergonómico. A todos mis compañeros de trabajo, gracias por su valiosa disposición, apoyo y conocimientos compartidos, que resultaron esenciales para la elaboración de esta propuesta.

Tutor académico de este trabajo final, por su orientación, compromiso y acompañamiento constante a lo largo de todo el proceso, aportando no solo conocimientos técnicos, sino también motivación y confianza en momentos clave.

De igual manera mi agradecimiento a todos los docentes de la Unidad de Posgrado por compartir con entrega sus experiencias y conocimientos, resultado de un aprendizaje riguroso, profundo y transformador.

DEDICATORIA

A mis padres, por enseñarme a soñar en grande y trabajar con constancia para hacer realidad cada meta, y guiarme por la senda del bien.

A mi amada esposa, por estar a mi lado en cada momento, con amor y apoyo incondicional.

Muy especialmente, dedico este trabajo a mi hijo, porque es mi mayor inspiración y el motor que impulsa cada uno de mis pasos. Que este logro le recuerde siempre que no existen límites para alcanzar sus propósitos: los sueños se convierten en metas, las metas en propósitos, y con disciplina y dedicación, todo puede hacerse realidad.

INDICE GENERAL

RESUMEN	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCION	1
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
Planteamiento del caso	6
MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL.....	9
Organización	9
Definición de roles y responsabilidades.....	9
Organigrama Funcional.....	11
Procesos de comunicación interna	11
Caracterización del proceso productivo y del puesto de trabajo	12
Descripción del proceso productivo en la línea de aditivos	13
Equipos y herramientas que intervienen en el proceso de estibador	15
Análisis del puesto de trabajo.....	21
Descripción de las tareas en el puesto de trabajo.....	22
Evaluación ergonómica del puesto de estibador de producto terminado	24
Estimación de riesgos ergonómicos del puesto de estibador	26
Selección del método de evaluación	29
METODOLOGÍA.....	31
Tipo de diseño del estudio.....	31
Enfoque metodológico.....	31
Población y muestra.....	32
Criterios de inclusión y exclusión.....	32
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
Normativas técnicas aplicadas.....	33
Procedimiento metodológico	33
ANÁLISIS Y RESULTADOS	34

	IX
Consideraciones metodológicas para la aplicación de la ISO 11228-1:2021.....	34
Inicio de la evaluación específica por levantamiento de carga	35
Descripción de la organización del trabajo	35
Clasificación de la duración de la tarea según la norma ISO	38
Análisis del peso de las cargas manipuladas.....	39
Determinación de la masa de referencia para la evaluación ergonómica	41
Criterio de selección normativa para el presente análisis	42
Evaluación del cumplimiento del peso de las cargas manipuladas	43
Frecuencia de levantamientos	45
Determinación de la masa de referencia para la evaluación ergonómica	41
INTERPRETACION DE RESULTADOS	48
PROPUESTA DE INTERVENCION	55
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS	67
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN.....	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama funcional	11
Figura 2: Diagrama de flujo del proceso	15
Figura 3: Clasificación de los riesgos laborales en el puesto de trabajo	16
Figura 4: Equipos de protección personal	17
Figura 5. Horario de almuerzo.....	22
Figura 6. Secuencia fotográfica de las actividades realizadas en el puesto de trabajo.....	23
Figura 7: Duración y distribución de las tareas según análisis del software	38
Figura 8: Masa de referencia según la norma internacional	41
Figura 9: Geometrías de levantamiento según categorías de peso, altura y distancia.....	49
Figura 10: Geometrías de levantamiento según categorías de altura en el destino	50
Figura 11: Datos organizativos	52
Figura 12: Vista general del sistema elevador por vacío multifuncional	57
Figura 13: Esquema referencial de 2 rieles.....	58
Figura 14: Alturas mínimas y máximas de elevación.....	59
Figura 15: Secuencia del funcionamiento del sistema elevador por vacío multifuncional	59
Figura 16: Identificación del peligro ergonómico por levantamiento manual de cargas.....	63
Figura 17: Jerarquía de control del riesgo	64

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de trabajadores que ocupan el cargo	14
Tabla 2: Número total de trabajadores por género y grado de discapacidad	14
Tabla 3: Tabla comparativa de materias primas y presentación.....	20
Tabla 4: Clasificación de materia prima utilizada	21
Tabla 5: Resultados de la identificación de peligros ergonómicos	26
Tabla 6: Estimación del nivel de riesgo ergonómico según tipo de peligro	27
Tabla 7: Organización del puesto	36
Tabla 8: Registro de tiempos y pausas durante la jornada laboral.....	36
Tabla 9. Datos organización del trabajo de la jornada laboral.....	37
Tabla 10: Matriz de productos y pesos unitarios de sacos	40
Tabla 11. Masa de referencia según la norma técnica de seguridad e higiene.....	41
Tabla 12. Evaluación del cumplimiento del peso de sacos de materias primas	44
Tabla 13. Matriz de productos a elaborar, pesos y cantidades.....	46
Tabla 14. Acciones para nivelar riesgos	52
Tabla 15. Factores de riesgo y niveles críticos	53
Tabla 16. Estimación de costos para la implementación.....	62

RESUMEN

El presente proyecto final de magister tiene como objetivo aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos durante la Maestría en Seguridad y Salud en el Trabajo, con énfasis en la ergonomía física asociada al levantamiento manual de cargas y posturas forzadas. El estudio se centra en el análisis ergonómico del puesto de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos de la empresa Aditivos y Alimentos S.A. Adilisa organización ubicada en Guayaquil, Ecuador, con el fin de identificar factores de riesgo ergonómico, evaluar el nivel de exposición de los trabajadores y proponer alternativas de rediseño que permitan controlar dichos riesgos, mejorando así las condiciones laborales y previniendo posibles enfermedades ocupacionales tales como los trastornos musculoesqueléticos. Para ello, se aplicaron metodologías internacionalmente reconocidas, como la norma ISO/TR 12295:2014 para la identificación y estimación del riesgo ergonómico, y la norma ISO 11228-1:2021 para la evaluación específica del levantamiento manual de cargas. Los resultados evidenciaron una exposición significativa a factores de riesgo como cargas que superan los límites normativos, elevada frecuencia de manipulación, alturas de levantamiento inadecuadas y condiciones posturales desfavorables. A partir de estos hallazgos, se formularon propuestas de intervención ergonómica de tipo estructural, organizativo y formativo, incluyendo simulaciones prospectivas. Estas propuestas se sustentan en el marco legal ecuatoriano y en estándares internacionales. El proyecto constituye una propuesta técnica no implementada, desarrollada en el contexto académico de Magister en Seguridad y Salud en el Trabajo, avalado por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

Palabras clave: ergonomía física, levantamiento manual de cargas, rediseño ergonómico, ISO/TR 12295:2014, ISO 11228-1:2021, normativa ecuatoriana.

ABSTRACT

This final master's project aims to practically apply the knowledge acquired during the Master's Program in Occupational Safety and Health, with an emphasis on the physical ergonomics associated with manual lifting and awkward postures. The study focuses on the ergonomic analysis of the finished product stacker's position on the additives production line at Aditivos y Alimentos S.A. Adilisa, an organization located in Guayaquil, Ecuador. The goal is to identify ergonomic risk factors, assess the level of worker exposure, and propose redesign alternatives to control these risks, thereby improving working conditions and preventing potential occupational diseases such as musculoskeletal disorders. To this end, internationally recognized methodologies were applied, such as ISO/TR 12295:2014 for the identification and estimation of ergonomic risk, and ISO 11228-1:2021 for the specific evaluation of manual lifting. The results revealed significant exposure to risk factors such as loads exceeding regulatory limits, high handling frequency, inadequate lifting heights, and unfavorable postural conditions. Based on these findings, ergonomic intervention proposals were formulated, encompassing structural, organizational, and training aspects, including prospective simulations. These proposals are grounded in the Ecuadorian legal framework and international standards. This project constitutes an unimplemented technical proposal, developed within the academic context of a Master's program in Occupational Safety and Health, endorsed by the Catholic University of Santiago de Guayaquil.

Keywords: physical ergonomics, manual lifting of loads, ergonomic redesign, ISO/TR 12295:2014, ISO 11228-1:2021, Ecuadorian regulations.

INTRODUCCION

Desde la aparición del ser humano en la Tierra, el trabajo ha sido un motor fundamental del desarrollo de la civilización. Sin embargo, en ciertos contextos históricos de avance tecnológico y organización social, el trabajo también ha ocasionado alteraciones en la salud e incluso ha conducido a la muerte (Betancourt, 1999, p. 33).

El primer estudio monográfico sobre la relación entre la actividad laboral y la salud fue elaborado por Paracelso en el siglo XVI con "Las enfermedades de los mineros" (Von der Bergsucht, 1534). Posteriormente, en el siglo XVIII, Bernardino Ramazzini, considerado el padre de la Medicina del Trabajo, publicó "Tratado de las enfermedades de los artesanos" (De morbis artificum, 1700) (Rescalvo, 2004, p. 14).

Estudio de las enfermedades laborales evolucionó hacia una visión integral de la salud en el trabajo. Tradicionalmente, la seguridad e higiene ocupacional enfocaban la salud como la mera ausencia de enfermedad. No obstante, la Organización Mundial de la Salud (OMS) definió en 1946 la salud como "un estado completo de bienestar físico, psíquico y social". En 1950, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la OMS extendieron este concepto al ámbito laboral, subrayando la necesidad de adaptar el trabajo a las capacidades del trabajador.

La ergonomía busca diseñar entornos de trabajo que se ajusten a las capacidades físicas y cognitivas de los trabajadores, mejorando su bienestar y eficiencia. Un diseño ergonómico adecuado reduce el riesgo de lesiones, aumenta la productividad y mejora la calidad de los productos y servicios (Rescalvo, 2004).

Según Hernández Soto y Álvarez Casado (2008), la ergonomía es la disciplina científica que perfecciona el desempeño del sistema persona-máquina, aunque sus beneficios económicos no siempre sean fácilmente cuantificables.

La falta de condiciones ergonómicas adecuadas contribuye a altos índices de accidentes y enfermedades ocupacionales. La OIT (2023) estima que casi 3 millones de trabajadores mueren anualmente por causas laborales, siendo 2,6 millones decesos asociados a enfermedades

profesionales. Además, los TME representan una de las principales causas de discapacidad, afectando a 1.710 millones de personas en el mundo (OMS, 2021).

El dolor lumbar, con 568 millones de casos, es el TME más frecuente. Estos trastornos generan altos costos sociales y económicos, representando pérdidas de hasta el 4-6% del PIB mundial (OIT, 2019).

El levantamiento manual de cargas es uno de los principales factores de riesgo de TME. Álvarez Casado, Hernández Soto y Tello Sandoval (2009) destacan que el levantamiento y manipulación de cargas pesadas se asocian directamente a trastornos dorsolumbares, un hecho reconocido incluso en la legislación europea (Council of European Communities, 1990).

En este contexto, el presente trabajo final de máster se orienta al análisis ergonómico del puesto de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos de la empresa Aditivos y Alimentos S.A. (ADILISA), centrando su atención en los riesgos derivados de la manipulación manual de cargas.

El propósito es desarrollar propuestas de rediseño ergonómico que favorezcan la mejora de las condiciones de salud ocupacional y el incremento de la eficiencia productiva.

En el proceso de elaboración de aditivos de la empresa Aditivos y Alimentos S.A. (ADILISA), ubicada en Guayaquil, Ecuador, se desarrollan tareas que implican la manipulación manual de cargas de entre 20 hasta 50 kg, además de una exposición constante a factores de riesgo ergonómico, como movimientos repetitivos y posturas forzadas. El puesto de estibador de producto terminado ha sido identificado como especialmente crítico, ya que requiere la manipulación diaria y continua de sacos, lo cual puede favorecer la aparición de trastornos musculoesqueléticos (TME).

Numerosos estudios han demostrado que la exposición prolongada a cargas físicas elevadas, posturas inadecuadas y movimientos repetitivos constituye un factor determinante en el desarrollo de TME, con efectos directos sobre la salud, el rendimiento y la calidad de vida laboral del personal operativo.

Frente a esta problemática, el presente estudio tiene como objetivo analizar, desde una perspectiva técnica, normativa y metodológica, las condiciones actuales del puesto y formular una propuesta de rediseño ergonómico orientada a la mejora continua. Esta propuesta se fundamenta en la legislación ecuatoriana vigente y en estándares internacionales reconocidos en ergonomía, particularmente en la ISO 11228-1:2021 y la ISO/TR 12295:2014.

En mayo de 2024, el Estado ecuatoriano aprobó el Decreto Ejecutivo 255 y el Acuerdo Ministerial MDT-2024-196, mediante los cuales se incorporó, en su Anexo 3, la nueva Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo.

Esta norma establece límites máximos permisibles para la manipulación manual de cargas: 23 kg para hombres y 20 kg para mujeres entre 20 y 45 años. Se encuentra alineada con estándares internacionales, especialmente con la ISO 11228-1:2021, y establece la obligación de los empleadores de rediseñar ergonómicamente los puestos de trabajo que excedan dichos valores, aplicando medidas correctivas desde su origen.

En este marco, el presente estudio se orienta a desarrollar una evaluación técnica rigurosa y actualizada del puesto de estibador de producto terminado, utilizando metodologías reconocidas internacionalmente, como la ISO/TR 12295:2014 y la ya citada ISO 11228-1:2021. El objetivo es identificar, valorar y proponer intervenciones correctivas que reduzcan significativamente la exposición a riesgos biomecánicos, contribuyendo a la mejora de la salud ocupacional y al cumplimiento legal.

Adilisa organización objeto de estudio ha expresado un compromiso institucional claro con la mejora continua de las condiciones laborales, reconociendo la necesidad de adecuar sus procesos y puestos de trabajos a las nuevas exigencias técnicas y regulatorias. Este escenario se ve reforzado por la modernización progresiva de la legislación ecuatoriana en materia de seguridad y salud en el trabajo, lo que configura un contexto normativo y organizacional favorable para la implementación de proyectos ergonómicos con enfoque preventivo y sostenible.

Diversas fuentes estadísticas nacionales respaldan la urgencia de intervenir sobre los riesgos ergonómicos en Ecuador. Según un estudio del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), publicado en la Revista Digital del SGRT en abril 2025, entre los años 2017 y 2023, el 88% de las enfermedades profesionales calificadas correspondieron a trastornos musculoesqueléticos (TME), con mayor incidencia en los miembros superiores (57%) y la columna lumbar (30,3%). En los casos de incapacidad laboral, predominan diagnósticos como hernia discal, síndrome del túnel carpiano y tendinitis.

De acuerdo con el Perfil de Seguridad y Salud en el Trabajo de Ecuador (2024), elaborado por el Observatorio Ecuatoriano de SST, con el respaldo de la OISS y universidades nacionales e internacionales, la Primera Encuesta Nacional sobre Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo (I-ECSST) reveló que el 52,2% de los trabajadores está expuesto a movimientos repetitivos, el 25,4% a manipulación de cargas y el 20,6% a posturas incómodas. Estos factores son más prevalentes en hombres y se concentran en sectores como la industria, la construcción y la agricultura.

Entre 2016 y 2020, se calificaron oficialmente 3.329 enfermedades profesionales, de las cuales el 86% fueron TME. La mayor carga se concentró en los sectores de servicios (60,6%), industria (25,5%) y agricultura (10,2%). Por su parte, el Panorama Nacional de Salud de los Trabajadores (elaborado por el Ministerio de Salud Pública con apoyo de la OPS, 2022) concluyó que los desórdenes musculoesqueléticos (DME) representan el 87% de los diagnósticos calificados, muy por encima de otras patologías ocupacionales como las auditivas, respiratorias o psicosociales.

Hasta mayo de 2024, coexistían en Ecuador marcos normativos contradictorios, como el Decreto Ejecutivo 2393 (1986), que permitía la manipulación manual de cargas de hasta 79 kg frente a regulaciones más recientes como el Acuerdo Ministerial 174 y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 11228-1, que recomendaban límites mucho más conservadores. Esta dualidad generaba incertidumbre jurídica y dificultaba la adopción de mejoras ergonómicas efectivas. Con la entrada en vigor del nuevo marco normativo, los límites de carga manual y los

principios del diseño ergonómico adquieren carácter obligatorio, estableciendo criterios técnicos y legales claros para los empleadores.

La presente investigación se inscribe dentro de este proceso de transición normativa y técnica, y tiene como propósito generar evidencia ergonómica sólida que permita a Adilisa adaptar el puesto de estibador de producto terminado a los nuevos requerimientos legales, cerrando al mismo tiempo las brechas históricas entre la normativa internacional recomendada y la legislación nacional vigente.

Cabe destacar que este proyecto constituye una propuesta técnica no implementada al momento de su presentación, desarrollada en el marco académico de la Maestría en Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

Su objetivo es ofrecer un análisis riguroso y recomendaciones fundamentadas que puedan ser consideradas por la organización para su validación e implementación futura, conforme a su viabilidad técnica, organizacional y económica. La propuesta se enmarca en una lógica preventiva y prospectiva, respetando los principios del diseño centrado en el trabajador y los lineamientos normativos vigentes en Ecuador.

El presente proyecto tiene como finalidad formular propuestas de rediseño ergonómico para el puesto de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos, basadas en los hallazgos obtenidos a través de un análisis detallado de las actividades de levantamiento manual de cargas.

Se busca prevenir la aparición de trastornos musculoesqueléticos (TME) asociados a las demandas físicas del puesto, promoviendo condiciones de trabajo más seguras, saludables y sostenibles para el personal operativo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Proponer un rediseño ergonómico del puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos, orientado a optimizar las condiciones de

trabajo, reducir la exposición a factores de riesgo ergonómico y prevenir la aparición de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores que desempeñan esta función.

Objetivos específicos

- Identificar y estimar los peligros ergonómicos presentes en el puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos, mediante la aplicación de la norma internacional ISO/TR 12295:2014.
- Evaluar el riesgo asociado a la manipulación manual de cargas y a las posturas forzadas en el puesto de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos, conforme a la metodología establecida en la norma internacional ISO 11228-1:2021.
- Formular propuestas de rediseño ergonómico para el puesto de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos, orientadas a mejorar las condiciones de trabajo y prevenir la aparición de trastornos musculoesqueléticos.
- Analizar el impacto potencial de las propuestas de rediseño ergonómico en la reducción de los factores de riesgo ergonómico identificados en el puesto de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos.

Planteamiento del caso

El presente proyecto contempla una propuesta de intervención que podría generar impactos, tanto directos como indirectos en los puestos de trabajo, en función de las condiciones operativas y ergonómicas.

Operarios de producción asignados al puesto de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos. En el marco de esta propuesta, los operarios asignados a este puesto se consideran los principales beneficiarios directos, ya que el rediseño planteado está orientado específicamente a mejorar sus condiciones ergonómicas. En caso de implementarse las medidas sugeridas, podría lograrse una reducción significativa, e incluso la eliminación, del riesgo asociado al levantamiento manual de cargas.

Supervisores de producción de la línea de Aditivos. El personal supervisor podría beneficiarse de forma indirecta en caso de implementarse la propuesta. La mejora de las condiciones ergonómicas para los operarios podría contribuir a generar un entorno laboral más favorable, lo que, hipotéticamente, disminuiría la incidencia de ausentismo o rotación asociados a molestias o trastornos musculoesqueléticos. Esto, a su vez, podría favorecer una mayor estabilidad operativa y eficiencia en la gestión de la línea de producción.

Jefatura mantenimiento y proyectos. El desarrollo de esta propuesta proporciona al área de Mantenimiento y Proyectos un esquema de intervención que, en caso de ser implementado, podría servir como modelo replicable en otras líneas de producción con características similares, tanto dentro del mismo centro de trabajo como en otras empresas del grupo corporativo. Esta posibilidad contribuiría a fomentar la estandarización de criterios ergonómicos en futuros proyectos de mejora y adecuación de puestos de trabajo.

Jefatura de Seguridad e higiene del trabajo. La eventual aplicación de las mejoras ergonómicas propuestas podría contribuir al control o eliminación de los riesgos ergonómicos identificados en el puesto de dosificación de materia prima. Esto, a su vez, podría reducir la probabilidad de ocurrencia de molestias, lesiones y/o trastornos musculoesqueléticos (TME) derivados de la exposición continua a factores de riesgo ergonómico aliviando la carga operativa del área de Seguridad e Higiene del Trabajo y favoreciendo el cumplimiento de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Departamento medico Ocupacional. La posible implementación de mejoras ergonómicas en el puesto de estibador de producto terminado podría contribuir significativamente a la reducción de los factores de riesgo ergonómico asociados a la manipulación manual de cargas, lo que se traduciría en una menor probabilidad de aparición de molestias, lesiones y trastornos musculoesqueléticos (TME). Como efecto indirecto, esta disminución en la incidencia de TME podría reflejarse en una reducción de la frecuencia de consultas médicas relacionadas con dichas dolencias, permitiendo al Departamento Médico Ocupacional destinar mayores recursos a actividades preventivas y de promoción de la salud.

A nivel organizacional, se proyecta que la implementación del rediseño ergonómico propuesto podría generar beneficios como el aumento de la productividad y la reducción de los costos asociados al absentismo y a las incapacidades laborales derivadas de enfermedades de origen ocupacional. Asimismo, la experiencia obtenida a partir de esta propuesta podría servir como referencia para futuras intervenciones ergonómicas en puestos de trabajo con características similares dentro del mismo sector productivo.

El presente proyecto se centra exclusivamente en el análisis de las actividades de levantamiento manual de cargas y posturas forzadas, durante el proceso de fabricación en la línea de aditivos, específicamente en el puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos.

Esta delimitación permite enfocar la evaluación ergonómica en las condiciones actuales de carga física a las que están expuestos los trabajadores, con el propósito de proponer mejoras específicas orientadas a reducir el riesgo de molestias y/o trastornos musculoesqueléticos entre los operarios asignados a esta tarea.

Asimismo, se busca contribuir al cumplimiento de la normativa legal vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo en el Ecuador, en concordancia con los lineamientos técnicos establecidos por las autoridades competentes.

MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL

ORGANIZACIÓN

Se plantea como una propuesta técnica de mejora ergonómica, orientada a optimizar las condiciones de trabajo en un entorno industrial. Cabe destacar que, al momento de la entrega, no se contempla la implementación práctica de las propuestas formuladas, cuyo alcance se limita a las fases de diagnóstico técnico y rediseño ergonómico.

La investigación se fundamenta en el análisis de un caso real correspondiente a la empresa Adilisa donde el giro de negocio es la producción de aditivos para alimentación animal, ubicada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador.

La investigación se enfoca en el puesto estibador de producto terminado dentro de la línea de producción de aditivos, el cual presenta condiciones de riesgo ergonómico asociadas a la manipulación manual de cargas, posturas forzadas y movimientos repetitivos. Se propone un rediseño ergonómico del puesto, fundamentado en el marco normativo vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo, tanto a nivel nacional como internacional.

En particular, se consideran las disposiciones establecidas en el Anexo 3 del Acuerdo Ministerial 196 de Ecuador, referente a la norma técnica de seguridad e higiene del trabajo, y en la norma internacional ISO 11228-1:2021, relativa a la manipulación manual de cargas.

Cabe destacar que el presente trabajo constituye una propuesta de mejora no implementada, cuyo alcance se limita a la fase de diagnóstico ergonómico y formulación de soluciones técnicas, susceptibles de ser aplicadas en una etapa posterior de intervención.

Definición de roles y responsabilidades

En concordancia con el alcance establecido en el presente proyecto, se ha definido una estructura funcional temporal que permite organizar las responsabilidades académicas y técnicas necesarias para el desarrollo del estudio. Los roles asignados se detallan a continuación:

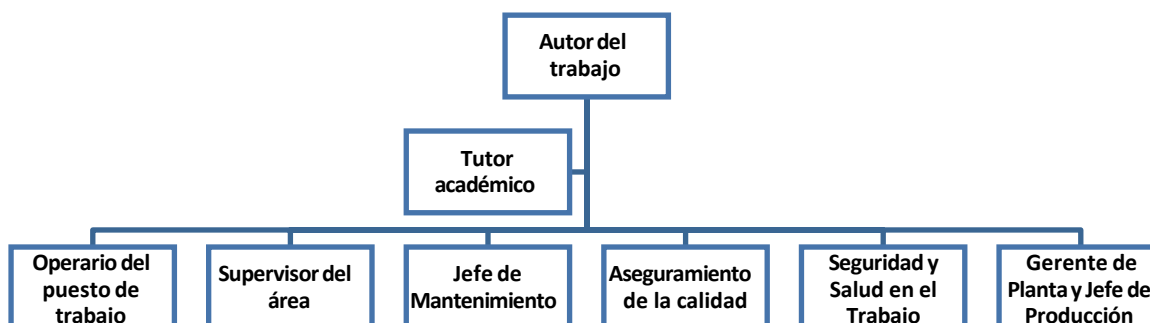
- **Autor del trabajo:** Encargado de la planificación metodológica, aplicación de herramientas de evaluación ergonómica (ISO/TR 12295 e ISO 11228-1:2021), recolección de datos, análisis técnico y redacción del informe final.
- **Tutor académico:** Supervisa y asesora en el enfoque metodológico y técnico del proyecto, asegurando el cumplimiento de los lineamientos académicos de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- **Representantes de la organización:** Brindan apoyo logístico para la recolección de información y facilitan el acceso al entorno de trabajo, conforme a los requerimientos del análisis ergonómico.

Si bien el presente estudio no contempla la implementación del rediseño propuesto, se plantea que, en una futura etapa de ejecución, la propuesta pueda ser evaluada e implementada por un equipo multidisciplinario interno, conformado principalmente, aunque no de forma exclusiva por representantes de las siguientes áreas del centro de trabajo:

- **Operario del puesto de trabajo:** Aporta conocimiento directo sobre el funcionamiento cotidiano del puesto de trabajo, identificando limitaciones prácticas, exigencias físicas y oportunidades de mejora desde la experiencia operativa.
- **Supervisor del área:** Brinda información sobre la programación de la producción, los productos terminados a fabricar y la organización del trabajo, incluyendo la planificación de pausas laborales. Asimismo, asegura la articulación del rediseño con la dinámica operativa del área, validando su factibilidad técnica y funcional en el contexto productivo.
- **Jefe de Mantenimiento:** Evalúa los aspectos técnicos del rediseño en términos de infraestructura y funcionamiento de equipos, brindando los criterios necesarios para validar o ajustar las propuestas desde una perspectiva operativa.
- **Aseguramiento de la calidad:** Verifica que las modificaciones propuestas no comprometan los estándares técnicos y normativos del producto final, asegurando la continuidad de los criterios de calidad establecidos en la línea de producción.
- **Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo:** Garantiza que las modificaciones propuestas cumplan con las normativas vigentes en materia de prevención de riesgos laborales, y que contribuyan a la mejora de las condiciones de seguridad y bienestar de los trabajadores.
- **Gerente de Planta y Jefe de Producción:** Evalúan la compatibilidad del rediseño con el flujo del proceso correspondiente a la línea de producción de aditivos, considerando su viabilidad operativa y el impacto en la eficiencia de los procesos de manufactura.

Organigrama funcional

Se presenta el organigrama funcional temporal, que ilustra la estructura de roles definidos para el desarrollo de la propuesta ergonómica, exclusivamente durante el periodo de ejecución:

Figura 1**Organigrama funcional****Procesos de comunicación interna**

Durante el desarrollo del presente trabajo final de máster, se proyectó una estructura de comunicación interna entre el autor, el tutor académico y un equipo multidisciplinario conformado al interior de la organización objeto de estudio. Estos mecanismos de coordinación permitieron facilitar el levantamiento de información, la validación técnica de los datos obtenidos y la elaboración progresiva de la propuesta de rediseño ergonómico.

En este marco, se planteó una programación de sesiones de trabajo con una frecuencia mínima mensual, orientadas a revisar avances, identificar puntos críticos y garantizar que el desarrollo técnico de la propuesta se mantuviera alineado con los objetivos metodológicos y normativos del estudio.

En caso de presentarse situaciones que requirieran atención urgente, se contempló la posibilidad de convocar reuniones extraordinarias, ya sea de forma presencial o virtual, a cargo del autor del trabajo. Adicionalmente, los asuntos menores o que requirieran validación puntual fueron gestionados a través del correo electrónico institucional.

Los miembros del equipo multidisciplinario, consultados como fuentes técnicas o colaboradores de campo, emitieron sus aportes o validaciones dentro de sus respectivos

ámbitos de especialidad, con el fin de asegurar la coherencia técnica de la propuesta con los procesos operativos actuales de la organización.

La supervisión académica fue ejercida por el tutor asignado por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, quien acompañó el proceso metodológico, revisó los avances y garantizó la aplicación rigurosa de los criterios científicos y técnicos establecidos por el programa formativo.

Cabe señalar que, al tratarse de una propuesta académica, la eventual implementación del rediseño no forma parte del alcance de este estudio. Dicha decisión quedará sujeta a las valoraciones y disposiciones internas de la organización, conforme a sus propios procesos de gestión y toma de decisiones.

Caracterización del proceso productivo y del puesto de trabajo

El presente proyecto se desarrolla Aditivos y Alimentos S.A. Adilisa dedicada, desde el año 2000, al diseño, desarrollo, fabricación y comercialización de aditivos y alimentos para la industria animal. Esta organización se dedica a la elaboración de productos especializados y personalizados, diseñados para satisfacer los requerimientos específicos de cada sector en el que participa. Su enfoque se orienta al desarrollo de soluciones técnicas, seguras y de alta calidad, lo que ha permitido consolidar su presencia tanto en el mercado nacional como internacional.

El análisis se centra en el puesto de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos, el cual forma parte de la línea de producción de aditivos y constituye una actividad clave en el proceso productivo.

Este puesto implica la manipulación y transporte manual de sacos y el embalaje de la carga de forma diaria y continua, lo que, de acuerdo con observaciones preliminares, podría implicar la exposición a factores de riesgo ergonómico, tales como esfuerzos físicos sostenidos, movimientos repetitivos, posturas inadecuadas. La evaluación detallada de estas condiciones será abordada en el presente estudio.

La propuesta planteada en este estudio tiene como objetivos analizar, desde una perspectiva técnica y normativa, las condiciones actuales del puesto de trabajo, y formular un

rediseño ergonómico orientado a la mejora continua de las condiciones laborales, conforme a la normativa legal vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo en Ecuador, así como a los estándares internacionales en ergonomía.

Si bien en la actualidad no se han registrado enfermedades profesionales asociadas a trastornos musculoesqueléticos en este puesto, la intervención se orienta a prevenir la aparición de dichos trastornos, reduciendo la exposición a factores de riesgo y promoviendo un entorno de trabajo más seguro y saludable.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA DE ADITIVOS

El presente trabajo de investigación se enfoca en el rediseño ergonómico del puesto de trabajo del de estibador de producto terminado, ubicado en la línea de producción de aditivos de Adilisa empresa dedicada a la fabricación de aditivos dirigidos a las plantas fabricantes de alimentos balanceados, para atender los sectores acuícola, avícola, ganadera, pesquera y porcina.

Su proceso productivo integra operaciones automatizadas con tareas manuales, estas últimas fundamentales para asegurar tanto la calidad como la personalización del producto final.

La línea de producción de aditivos posee una capacidad operativa de hasta 3.000 toneladas métricas mensuales y se desarrolla en una planta con una superficie total de 466,2 m². El área de estibado de producto se encuentra ubicada al final de la línea de empaque en el nivel 0 de la torre de producción (planta baja), ocupando una superficie de 5,0 m².

El proceso de producción está dividido en las siguientes líneas de fabricación:

- Aditivos Macro.
- Aditivos Micro.
- Aditivos Líquidos especiales.
- Línea de mascotas (PET).

Este estudio se centrará específicamente en la Línea de Producción de Aditivos Macro.

En la actualidad, la línea de producción de aditivos cuenta con veinticuatro (24) colaboradores, distribuidos según las necesidades de cada etapa del proceso. Para el desempeño de las tareas correspondientes al puesto de estibador de producto terminado, han sido asignados actualmente dos (2) trabajadores.

Tabla 1

Número de trabajadores que ocupan el cargo

Cargos	Nro. de trabajadores que ocupan el cargo
Gerente de Planta	1
Jefe de Producción	1
Supervisor de Producción	3
Operario de Producción	19

Tabla 2

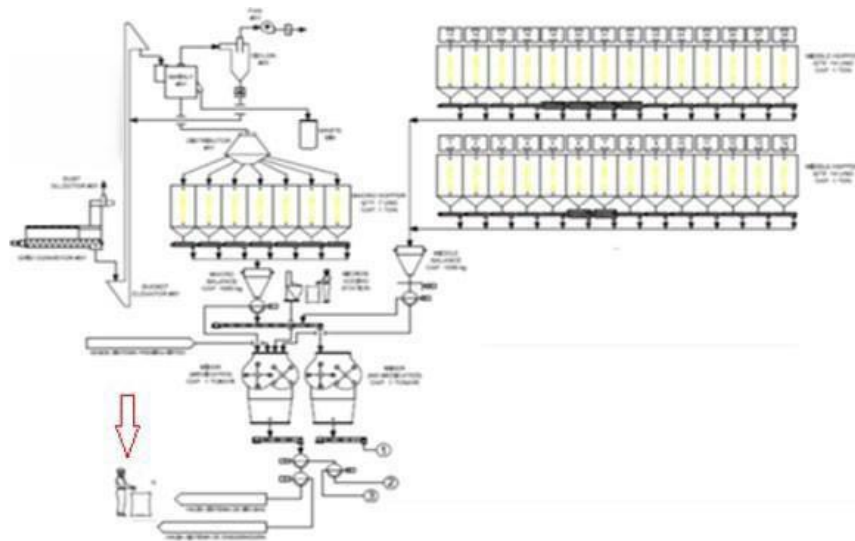
Número total de trabajadores por género y grado de discapacidad

Nro. total de trabajadores	24
Hombre	21
Mujeres	3
Trabajadores discapacidad/ vulnerables	0

El puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos constituye la etapa final del proceso de fabricación, en la cual se realiza la estiba y el embalaje del producto terminado, previo a su almacenamiento en perchas o a su posterior comercialización.

Diagrama de Flujo del Proceso

Figura 2



Equipos y Herramientas que intervienen en el proceso de estibador de producto terminado dentro de la línea de producción de aditivos

Pallet	
Lámina de Cartón	
Stretch Film	
Banda Transportadora	 

Figura 3

Clasificación de los Riesgos Laborales en el puesto de trabajo

Clasificación de Riesgos Laborales	Riesgos identificados en el puesto de trabajo	Pictograma
Riesgos Físicos	Exposición a ruido.	
	Exposición a calor.	
Riesgos Químicos	Manipulación de productos químicos.	
	Exposición a productos químicos (respirables).	
Riesgos de Seguridad Locativos	Caídas de personas a un mismo nivel.	

Riesgos de Seguridad Mecánicos	Contacto con objetos filosos y/o cortopunzantes (Estiletes).	
	Exposición al tráfico de montacargas en las áreas	
Riesgos de Seguridad Eléctricos	Contacto con equipos, piezas, partes o elementos energizados.	
Riesgos Psicosociales	Exceso en horas de trabajo.	

Figura 4

Equipos de protección personal

Equipos de Protección Personal utilizados en el puesto de trabajo	
Zapatos de protección tipo industrial.	
Casco de protección	
Cofia	

Protección auditiva tipo orejeras Marca 3M Peltro III	
Mascara media cara, Marca: 3M.	
Filtro para partículas, Marca: 3M, Modelo: 7093, P100.	
Guantes de nylon	
Gafas transparentes	
Mandil de caucho	

Durante la etapa final del proceso de fabricación de aditivos en la línea de producción, el puesto de trabajo de estibador de producto terminado cumple una función clave en la

preparación del producto para su almacenamiento y posterior despacho. En esta etapa, los sacos de producto terminado presentan características físicas relativamente homogéneas en cuanto a formato, pero con pesos unitarios elevados y una manipulación repetitiva a lo largo de la jornada, lo que incide directamente en la carga física soportada por el trabajador.

Asimismo, el proceso de estiba implica la colocación manual de los sacos sobre pallets, con variaciones progresivas en la altura de apilado a medida que se conforma la estiba, lo que obliga al trabajador a adoptar diferentes posturas de trabajo, incluyendo flexión y rotación del tronco, elevación de cargas desde la banda transportadora y colocación de sacos por encima del nivel de los hombros en las capas superiores del pallet.

Estas condiciones incrementan la exposición a factores de riesgo ergonómico asociados a la manipulación manual de cargas y a las posturas forzadas.

Adicionalmente, una vez conformada la estiba, el trabajador realiza el embalaje manual del pallet mediante el uso de film estirable, lo que implica desplazamientos circulares alrededor de la carga, aplicación de fuerza manual para tensar el film y movimientos repetitivos de miembros superiores, contribuyendo a una mayor demanda física y a la posible acumulación de fatiga musculoesquelética.

A continuación, se describen las principales características del producto terminado, su presentación habitual y las condiciones operativas del proceso de estiba y embalaje que influyen en la carga física del puesto de trabajo.

- Lacto reemplazantes: Productos empacados en presentaciones de 10 a 20 Kg. respectivamente.
- Emulsificantes: Productos empacados en presentaciones de 25 kg.
- Acidificantes y Antifúngicos: El 100% de estos productos se empacan en sacos de 25 Kg.
- Pigmentos: Presentaciones de 25 Kg. (100%).
- Núcleos: Productos empacados en presentaciones de 45.45 Kg. respectivamente.
- Premix: Son productos elaborados como materia prima para ser utilizados dentro del proceso productivo y se preparan en sacos de 40 kg (100%).

En la siguiente tabla se presenta una comparación entre las principales materias primas utilizadas en la línea de producción de aditivos, su presentación habitual y el peso unitario por saco. Esta información se contrasta con el límite máximo permitido de manipulación manual de cargas según el Anexo 3 del Acuerdo Ministerial 196 (2024), que establece un tope de 23 kg para hombres.

Tabla 3

Tabla comparativa: Materias primas y presentación

Materia Prima	% del total producidos	Presentación	Peso por saco en (kg)	Cumple NTS HT (Anexo 3) AM 196-24 Peso ≤23 kg
Lacto reemplazantes	100%	Saco	20 kg	Sí
Emulsificantes	100%	Saco	25 kg	No
Acidificantes y Antifúngicos	100%	Saco	25 kg	No
Pigmentos	100%	Saco	25 Kg	No
Núcleos	100%	Saco	45.45 kg	No
Premix	100%	Saco	40 kg	No

De acuerdo con la tabla 3, presenta las configuraciones de almacenamiento en pallets de los productos en el proceso de fabricación de aditivos, incluyendo el número de sacos, su distribución por filas y columnas, así como la altura total de la carga.

Estas características inciden directamente en las posturas adoptadas por el operario durante las tareas de manipulación, ya que implican levantar o depositar sacos desde niveles por debajo o por encima de los rangos recomendados ergonómicamente, conforme a las disposiciones técnicas sobre alturas de manipulación manual segura establecidas en la normativa vigente.

Tabla 4

Clasificación de materia prima utilizada

Materia Prima	Peso por saco (kg)	Sacos por pallet	Distribución (filas x columnas)	Altura de la carga
Lacto reemplazante	20 kg	50 sacos	5x10	1.70 m
Emulsificantes	25 kg	40 sacos	4x10	1.55 m
Acidificantes y Antifúngicos	25 kg	40 sacos	5x8	0.85 m
Pigmentos	25 kg	35 sacos	5x7	1.12 m
Núcleos	45.45 kg	25 sacos	5x5	1.0 m
Premix	40 kg	20 sacos	4x5	1.20 m

ANÁLISIS DEL PUESTO DE TRABAJO

Identificación del Puesto de Trabajo

- **Puesto de trabajo:** Estibador de Producto Terminado
- **Área funcional:** Operaciones
- **Departamento:** Producción
- **Línea de producción:** Aditivos Macro
- **Número de puestos de trabajo:** 1
- **Ubicación física:** Área de Producción, Nivel 0 de la Torre de Producción
- **Número de trabajadores asignados al puesto:** 02
 - **Hombres:** 02
 - **Mujeres:** 0

Organización del Trabajo

- **Horario laboral:** De lunes a viernes, de 08:00 a 17:00
- **Tiempo destinado para el almuerzo:** 1 hora

Nota: Aunque la empresa proporciona el almuerzo de forma gratuita a los trabajadores, este tiempo no está contemplado dentro de la jornada laboral, lo cual implica que la duración efectiva del tiempo de trabajo es de 8 horas diarias netas.

- **Pausas adicionales durante la jornada:** No se encuentran establecidas pausas programadas.

Distribución horaria de la jornada laboral en el puesto de dosificación

Figura 5

Horario de almuerzo

8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
				Hora de Almuerzo					

Descripción de las tareas en el puesto de trabajo

El puesto de dosificación de estibador de producto terminado comprende las siguientes responsabilidades generales, las cuales están establecidas por la organización, aunque no se consideran limitativas:

- **Participación en la reunión inicial de producción:**

Al inicio de la jornada, el operario asiste a la reunión de coordinación convocada por el supervisor de producción. En este espacio se presenta el programa de producción, se revisa en equipo el orden de producción y se validan las cantidades y la similitud entre los productos a elaborar.

- **Preparación del material de empaque:**

Según el lote de producción el colaborador selecciona los insumos (material de empaque) que van a ser usados durante la jornada de trabajo. Colaborar en el armado y verificación de pallets vacíos. Colocar separadores, láminas de cartón según el tipo de producto.

- **Estiba de producto terminado:**

Recibir los sacos que llegan de la banda transportadora y colocarlos sobre el pallet siguiendo el patrón de estiba definido (alineación, trabado y altura máxima). Ajustar la posición de los sacos para garantizar la estabilidad de la carga.

- **Embalaje manual del pallet:**

Colocación de stretch film en la base del pallet. Envoltura manual del pallet con stretch film estirable mediante desplazamiento circular alrededor de la carga. Aplicación de tensión adecuada para asegurar la carga sin deformar los sacos.

- **Limpieza del área al final de la jornada:**

Al finalizar la jornada, el operario realiza la limpieza del área de trabajo utilizando herramientas manuales, como escoba y recogedor.

Figura 6

Secuencia Fotográfica de las Actividades Realizadas en el Puesto de Trabajo

Ítem	Foto	Descripción de la actividad
1		El operario busca el pallet y lo dispone al final de la línea de empaque de aditivos.
2		Colocación de la lámina de cartón en la base (encima del pallet) antes de proceder con el estibado de sacos.
3		Recibir los sacos que llegan de la banda transportadora y colocarlos sobre el pallet.

Ítem	Foto	Descripción de la actividad
4		Una vez estibado el pallet (alineación, trabado y altura máxima). Se procede con la rotulación del mismo y la envoltura manual con el stretch film alrededor de la carga.
		
		
		

EVALUACIÓN ERGONÓMICA DEL PUESTO DE ESTIBADOR DE PRODUCTO TERMINADO.

Fase 1: Identificación de peligros y estimación de riesgos ergonómicos (ISO/TR 12295:201)

Identificación de los peligros ergonómicos del puesto de trabajo de estibador de producto terminado.

En esta etapa se realizó la identificación sistemática de los peligros ergonómicos presentes en el puesto de trabajo, para ello, se aplicaron las fichas de cribado contenidas en la norma técnica ISO/TR 12295:2014, Ergonomía. Documento para la aplicación de las Normas Internacionales en manipulación (ISO 11228-1, ISO 11228-2, ISO 11228-3) y en la evaluación de posturas estáticas de trabajo (ISO 11226). Las cuales permiten detectar la presencia de riesgos asociados a:

- Levantamiento manual de cargas
- Movimientos repetitivos
- Posturas de trabajo estático
- Posturas forzadas dinámicas

Estas fichas constituyen una herramienta metodológica de cribado que permite identificar, de forma rápida y estructurada, los peligros ergonómicos presentes.

Cabe destacar que, como parte del proceso de identificación de los peligros ergonómicos, se realizó una entrevista grupal dirigida a los trabajadores que desempeñan el puesto de dosificación de materia prima, con el objetivo de recoger su percepción sobre las exigencias físicas del trabajo y complementar la observación directa.

Con el propósito de incorporar la participación del personal en el proceso de evaluación, las fichas establecidas en la norma ISO/TR 12295:2014 fueron aplicadas de manera colectiva durante una sesión grupal con los operarios del área. Los trabajadores conforman un grupo homogéneo en cuanto a las tareas realizadas y las condiciones de trabajo, por lo que sus aportes permitieron contrastar las observaciones técnicas con la experiencia directa del puesto y fortalecer la estimación inicial del riesgo.

Para una revisión detallada de la aplicación de las fichas utilizadas para la identificación de riesgos ergonómicos conforme a la norma internacional ISO/TR 12295:2014, se podrá consultar

la sección de Anexos del presente trabajo, donde se encuentran incorporadas de forma completa y documentada.

A continuación, se resumen los resultados obtenidos en esta fase:

Tabla 5

Resultados de la identificación de peligros ergonómicos del puesto de trabajo:

Estibador de Producto Terminado.

PELIGROS	EXPOSICIÓN
Levantamiento manual de cargas	Presente
Transporte manual de cargas	Presente
Empuje y tracción de cargas	No Presente
Movimientos repetitivos de la extremidad superior	Presente
Posturas de trabajo estático	Presente
Posturas forzadas dinámicas	Presente

Estimación de riesgos ergonómicos del puesto de estibador de producto terminado.

En la segunda etapa del análisis se estimó el nivel de riesgo ergonómico correspondiente a cada uno de los peligros identificados previamente en el puesto. Para esta valoración se utilizaron las fichas de evaluación rápida y de condiciones inaceptables contempladas en la norma internacional ISO/TR 12295:2014, mediante las cuales fue posible establecer de forma estructurada si las condiciones observadas eran aceptables o requerían intervención técnica.

En este puesto de trabajo se identificaron peligros asociados principalmente a:

- Levantamiento manual de cargas
- Movimientos repetitivos de la extremidad superior
- Posturas forzadas dinámicas
- Posturas estáticas mantenidas

Por otro lado, no se evidenciaron riesgos relacionados con el transporte manual de cargas ni con tareas de empuje o tracción, ya que el producto terminado se receipta desde la banda transportadora del proceso de empaque, lo que reduce significativamente la exposición a estos factores.

Una vez concluida la identificación, se procedió con la aplicación de las fichas para la estimación del riesgo ergonómico, basándose en los datos recopilados durante la evaluación directa del proceso y en función de los factores de riesgo previamente detectados.

La estimación del riesgo contó además con la participación de los trabajadores que desarrollan las actividades del puesto evaluado. Para ello, los operarios fueron reunidos como un grupo homogéneo y analizaron de manera conjunta las condiciones observadas. Esta participación permitió contrastar y validar los resultados preliminares obtenidos mediante las fichas de la norma ISO/TR 12295:2014. La participación del personal operativo complementó el análisis técnico con la experiencia obtenida en el desarrollo de las tareas.

Sus aportes facilitaron la identificación de condiciones consideradas inaceptables y permitieron establecer criterios comunes respecto de los factores que generan mayor exigencia física. Esta información fue utilizada como base para el planteamiento de las propuestas de mejora ergonómica posteriores.

Para una revisión detallada de la aplicación de las fichas utilizadas en esta etapa, conforme a la norma ISO/TR 12295:2014, se podrá consultar la sección de Anexos del presente trabajo, donde se encuentran incorporadas de forma completa y documentada.

Tabla 6

Estimación del nivel de riesgo ergonómico según tipo de peligro ergonómico encontrado.

ESTIMACIÓN	NIVEL DE RIESGO
Levantamiento manual de cargas	Inaceptable
Transporte manual de cargas	Ausente
Empuje y tracción de cargas	Ausente
Movimientos repetitivos de la extremidad superior	Inaceptable
Posturas de trabajo estático	Indeterminado
Posturas forzadas dinámicas	Inaceptable

Durante la aplicación de las fichas de estimación de riesgo de la norma ISO/TR 12295:2014, se identificaron las siguientes actividades con niveles inaceptables de riesgo ergonómico en el puesto de trabajo de estibador de producto terminado:

- **Levantamiento manual de cargas**

Duración prolongada de la actividad

Manipulación de pesos superiores a los valores recomendados por edad y sexo

- **Movimientos repetitivos**

Presencia de picos de fuerza “intensa” (según escala de Borg)

- **Posturas forzadas dinámicas**

Presencia de torsión del tronco durante el levantamiento

Movimiento asociado al alcance de sacos y altura variable de los pallets

Entre los distintos riesgos ergonómicos identificados en el puesto de trabajo de dosificación de materia prima, se determinó que el levantamiento manual de cargas constituye el riesgo prioritario a evaluar de manera específica, conforme a los lineamientos establecidos en la norma ISO/TR 12295:2014.

Esta decisión metodológica se fundamenta en los siguientes aspectos:

La tarea implica la manipulación manual de sacos con pesos que alcanzan hasta los 45.45 kilogramos, lo cual representa una carga física elevada y continua para los operarios asignados al puesto.

La evaluación inicial permitió clasificar esta actividad como de riesgo ergonómico inaceptable, debido principalmente al peso de los materiales manipulados, al tiempo de exposición y a las posturas forzadas adaptadas durante el levantamiento.

Además, la condición observada evidencia un incumplimiento del marco normativo vigente en Ecuador, específicamente de la Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo contenida en el Anexo 3 del Acuerdo Ministerial 196, emitido en octubre de 2024. Esta disposición establece un límite máximo de 23 Kg para hombres en actividades de manipulación manual de cargas.

Debido al posible efecto de este riesgo sobre la salud musculoesquelética de los trabajadores y a su importancia desde el punto de vista normativo, se seleccionó como primera condición específica de evaluación mediante la norma ISO 11228-1:2021.

Fase 2: Evaluación específica del riesgo por levantamiento manual de cargas conforme los criterios de la norma internacional ISO 11228-1:2021

La Fase 2 del presente proyecto contempla la ejecución de una evaluación ergonómica específica para las actividades de levantamiento manual de cargas en el puesto de trabajo de Estibador de Producto Terminado en la línea de producción de aditivos.

Conforme a lo establecido en el Artículo 27 de la Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo vigente en Ecuador establecida en el Anexo 3 del Acuerdo Ministerial MDT-2024-196 se dispone que:

“Para la identificación y estimación de riesgos ergonómicos, se deberá realizar un proceso específico en cada puesto de trabajo, considerando una descripción sistemática de las actividades, condiciones, ambientes y tiempos utilizados. Dichos procesos deberán emplear metodologías reconocidas y validadas a nivel nacional o internacional. En ausencia de normativas nacionales actualizadas, se permitirá la utilización de metodologías internacionales debidamente reconocidas...”.

De acuerdo con esta disposición y considerando la actualización de los criterios técnicos utilizados en el estudio, se adoptaron como referencia principal los criterios establecidos en la norma internacional ISO 11228-1:2021. Su selección responde a su vigencia técnica, reconocimiento internacional y actualización metodológica.

La norma ISO 11228-1:2021, titulada *“Ergonomics — Manual Handling — Part 1: Lifting, Lowering and Carrying”*, establece un procedimiento estandarizado para evaluar tareas que incluyen levantamiento, descenso y transporte manual de cargas. Para esta valoración considera variables como el peso de la carga, la frecuencia de manipulación, las distancias la postura adoptada y las características del agarre.

Para esta evaluación no se adoptó como modelo principal la norma INTE INEN-ISO 11228-1 vigente en Ecuador, debido a que corresponde a la transposición de la versión internacional de 2003 y, por tanto, no incorpora las actualizaciones incluidas en la edición internacional publicada en 2021.

Selección del método de evaluación

Dadas las condiciones operativas del puesto de trabajo, se identificó que las tareas de levantamiento manual de cargas presentan una alta variabilidad en los principales factores que influyen en la carga biomecánica, tales como:

- El peso de las cargas manipuladas, que varía significativamente según el tipo de materia prima requerido durante el proceso.
- La altura y destino del levantamiento, determinada por la configuración de los pallets.
- Las distancias horizontales en las fases de levantamiento y estibado del producto.
- La frecuencia de manipulación, variable según la programación de producción.

Debido a esta variabilidad y siguiendo los criterios de la norma ISO 11228-:2021, se seleccionó el método variable para la evaluación. Su aplicación requirió recopilar información detallada sobre las características técnicas y organizacionales del puesto de trabajo. Los principales datos registrados fueron:

- Pesos reales de los objetos manipulados.
- Altura de origen del levantamiento.
- Altura de destino del levantamiento.
- Distancia horizontal en origen.
- Distancia horizontal en destino.
- Información sobre organización del trabajo (duración del trabajo, tiempos de descanso, pausas higiénicas y tiempo de comida) etc.

La información necesaria para la evaluación se obtuvo mediante observación directa, entrevistas con el personal operativo y revisión del plan de producción. Estos procedimientos permitieron caracterizar las condiciones y la dinámica del ciclo de trabajo.

Para facilitar los cálculos requeridos por el método variable y determinar el Índice de Levantamiento.

Variable (ILV) de acuerdo con lo establecido por la ISO 11228-1:2021, se utilizó el software especializado ES_ERGOepm_VLI, desarrollado por CENEA (Centro de Ergonomía Aplicada).

Esta herramienta está diseñada para aplicar la metodología del levantamiento manual de cargas variable de forma precisa, permitiendo la integración de múltiples combinaciones de peso, altura, distancia y frecuencia.

METODOLOGÍA

Tipo y diseño del estudio

El presente trabajo se enmarca en un estudio de caso de tipo descriptivo-diagnóstico con enfoque propositivo y técnico-aplicado, centrado en el análisis ergonómico del puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos de Adilisa.

Desde el enfoque metodológico, el estudio corresponde a un diseño no experimental, debido a que durante la investigación no se manipularon variables ni se realizaron cambios sobre las condiciones existentes. Se desarrollo una evaluación diagnóstica destinada a identificar y valorar los riesgos ergonómicos mediante herramientas reconocidas internacionalmente. A partir de los resultados obtenidos se formularon propuestas de rediseño orientadas a mejorar las condiciones de trabajo y prevenir posibles trastornos musculoesqueléticos.

El análisis se fundamenta en dos referencias técnicas internacionales: la ISO/TR 12295:2014, utilizada para la identificación y estimación inicial de los peligros ergonómicos, y la ISO 11228-1:2021, aplicada a la evaluación específica del riesgo asociado a la manipulación manual de cargas. La selección de estas normas se relaciona con su reconocimiento técnico y con su aplicación compatible con el marco legal vigente en Ecuador.

Enfoque metodológico

La propuesta metodológica adopta un enfoque mixto, con predominancia del componente cuantitativo, que permite la aplicación de herramientas normativas estandarizadas para la estimación del riesgo ergonómico, particularmente en relación con la manipulación manual de cargas. Paralelamente, se incorpora un componente cualitativo en la fase de diseño

participativo, mediante la conformación de un grupo multidisciplinario que aportará criterios técnicos y operativos para el desarrollo de propuestas de mejora. Cabe destacar que este estudio no contempla la implementación de las mejoras, sino su formulación técnica con fines de aplicación futura.

Población y muestra

La población objetivo está constituida por los trabajadores operativos asignados al puesto de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos. En condiciones normales, dos (2) trabajadores realizan esta función de manera continua. No obstante, debido a rotaciones internas derivadas de ausencias temporales (vacaciones, licencias, etc.), otros dos (2) trabajadores adicionales desempeñan esta labor de forma intermitente.

En consecuencia, la muestra estuvo conformada por cuatro (4) personas, correspondientes al total de trabajadores vinculados al puesto analizado. La selección se realizó mediante un muestreo intencionado no probabilístico, acorde con las características particulares de la evaluación ergonómica y con el enfoque de estudio de caso utilizado.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- Trabajadores que se encuentren asignados de manera permanente o rotativa al puesto de estibador de producto terminado.
- Contar con una antigüedad mínima de seis meses en el área, de manera que exista conocimiento del proceso y de las condiciones reales en las que se desarrolla el trabajo.

Criterios de exclusión:

- Personal en inducción o rotación temporal sin experiencia operativa suficiente en el puesto.
- Trabajadores con restricciones médicas previas asociadas a trastornos musculoesqueléticos.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se realizará mediante observación directa estructurada del puesto de trabajo, utilizando fichas técnicas estandarizadas contenidas en las normas internacionales ISO TR 12295:2014 e ISO 11228-1:2021. También se considerará la revisión de registros internos de producción, rotación y carga física, así como la aplicación de listas de verificación para la identificación de peligros ergonómicos. En la fase de diseño participativo, se prevé la realización de sesiones de trabajo con un grupo multidisciplinario, bajo enfoque de ergonomía participativa.

Normativas técnicas aplicadas

Las principales normas internacionales que fundamentan esta propuesta metodológica son:

- ISO TR 12295:2014: Ergonomía – Documento de aplicación de las normas ISO 11228-1, 11228-2, 11228-3 e ISO 11226, orientada a la identificación y estimación inicial del riesgo ergonómico.
- ISO 11228-1:2021: Manipulación manual – Parte 1: Levantamiento y transporte, aplicada para la evaluación específica del riesgo asociado al levantamiento de cargas.

Procedimiento metodológico

Para el desarrollo del presente Proyecto Final de Magister, se ha definido una metodología estructurada en tres fases, orientadas a la identificación, evaluación y propuesta de mejora ergonómica del puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos. Cada fase responde a una secuencia lógica de análisis ergonómico, fundamentada en el uso de normas internacionales reconocidas.

La metodología de trabajo se estructura en tres (03) fases secuenciales, las cuales permitirán avanzar desde la identificación del riesgo hasta la formulación técnica de las propuestas de mejora:

Fase 1: Identificación y estimación de riesgos ergonómicos (ISO TR 12295:2014)

En esta fase, se aplicará la norma ISO TR 12295:2014 *“Ergonomía – Documento para la aplicación de las Normas Internacionales sobre manipulación manual (ISO 11228-1, ISO 11228-2, ISO 11228-3) y evaluación de posturas de trabajo estáticas (ISO 11226)”*, enfocándose específicamente en el apartado relativo al levantamiento manual de cargas. Se emplearán las fichas de identificación de peligros y estimación de riesgos ergonómicos correspondientes a las

tareas de levantamiento, movimientos repetitivos y posturas forzadas (tanto estáticas como dinámicas) para caracterizar la exposición a factores de riesgo en el puesto analizado.

Fase 2: Evaluación específica del riesgo ergonómico (ISO 11228-1:2021)

A partir de los resultados de la fase anterior, se procederá a la evaluación específica del riesgo por levantamiento manual de cargas, utilizando la metodología establecida en la norma ISO 11228-1:2021 *“Manual Handling – Part 1: Lifting and Carrying”*. Dependiendo de las condiciones particulares del puesto, se seleccionará el método de análisis correspondiente (simple, compuesto o variable), con el objetivo de cuantificar el índice de riesgo ergonómico asociado a la tarea de dosificación.

Fase 3: Formulación de propuestas de rediseño ergonómico

En función del nivel de riesgo identificado en la Fase 2, se conformará un grupo multidisciplinario compuesto por Jefaturas del área de producción, jefe de mantenimiento, personal operativo asignado al área de trabajo, miembros del comité de seguridad y salud en el trabajo. Este equipo participará en la generación de propuestas de rediseño del puesto, orientadas a reducir o eliminar los factores de riesgo detectados, considerando criterios técnicos, ergonómicos y operativos.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Consideraciones metodológicas para la aplicación de la ISO 11228-1:2021

Según la ISO 11228-1:2021, el peso máximo recomendado para tareas de levantamiento manual realizadas por varones adultos, bajo condiciones ideales, es de 25 kg. No obstante, en el contexto ecuatoriano, el Anexo 3 del Acuerdo Ministerial MDT-2024-196 establece un límite más restrictivo de 23 kg, por lo que cualquier carga que supere dicho valor se clasifica, desde el punto de vista legal y ergonómico, como un riesgo inaceptable.

Durante la evaluación del puesto se verificó que los operarios manipulan sacos de 10, 20, 25, 40 y hasta 45.45 kg. Estos pesos superan los límites considerados aceptables en los criterios nacionales e internacionales utilizados en el estudio, razón por la cual la tarea se clasifica como de riesgo ergonómico inaceptable.

No obstante, dado que el presente estudio tiene carácter académico y busca un análisis integral, se optó por utilizar un peso simulado de 25 kg en el software ERGOepm_VLI, correspondiente al valor máximo admitido por la herramienta. Esta simulación permite explorar detalladamente los factores adicionales que inciden en la exigencia física de la tarea, tales como:

- Altura de inicio y destino del levantamiento.
- Distancia horizontal.
- Frecuencia de manipulación.
- Asimetría o Torsión del tronco.
- Calidad del agarre.

La aplicación de esta estrategia metodológica no modifica la gravedad del riesgo identificado. Su utilización permite complementar la evaluación y obtener una comprensión más amplia de las condiciones del puesto, proporcionando elementos técnicos para fundamentar las propuestas de mejora ergonómica.

Inicio de la evaluación específica por levantamiento manual de cargas.

Una vez seleccionada la metodología de evaluación correspondiente al método variable, conforme a lo establecido en la norma internacional ISO 11228-1:2021, se procedió a iniciar la evaluación específica del riesgo por levantamiento manual de cargas en el puesto de trabajo de Estibador de Producto Terminado.

La evaluación específica inicio con el análisis de la organización del trabajo, con la finalidad de caracterizar las condiciones en las que se realizan las actividades de manipulación manual de cargas. Esta información permitió determinar la duración efectiva de exposición, la frecuencia de los levantamientos y otros parámetros necesarios para calcular el índice de levantamiento variable (ILV).

Descripción de la organización del trabajo

Identificación del Puesto de Trabajo

- **Puesto de trabajo:** Estibador de Producto Terminado
- **Área funcional:** Operaciones
- **Departamento:** Producción
- **Línea de producción:** Aditivos Macro
- **Número de puestos de trabajo:** 1
- **Ubicación física:** Área de Producción, Nivel 0 de la Torre de Producción
- **Número de trabajadores asignados al puesto:** 02
 - **Hombres:** 02
 - **Mujeres:** 0

Tabla 7

Organización del puesto de trabajo

Aspectos	Descripción
Número de Trabajadores asignados al puesto de trabajo:	02
Horario de trabajo:	8:00 h a 17:00h.
Tiempo para el almuerzo: El periodo correspondiente al almuerzo, comprendido entre las 11:45 h y las 12:45 h, se encuentra fuera del tiempo efectivo de trabajo, por lo que la jornada considerada para la evaluación corresponde a 8 horas.	1 hora (60 minutos)
Otras pausas establecidas durante la jornada de trabajo:	No se tienen establecidas

Dado que la organización del trabajo en el puesto de estibador de producto terminado no contempla pausas programadas de manera formal dentro de la jornada laboral, se procedió a realizar un registro mediante observación directa durante un turno completo de trabajo.

La observación se realizó con el propósito de reasignar de manera sistemática el tiempo efectivo empleado en las tareas de levantamiento manual de cargas y las pausas espontáneas o informales realizadas por los operarios durante la jornada.

La información obtenida permitió determinar con mayor precisión la duración neta de exposición al riesgo, aspecto relevante para el análisis ergonómico y para la aplicación de los criterios establecidos en la norma ISO 11228-1:2021.

Tabla 8

Registro de tiempos y pausas observadas durante la jornada laboral

Registro de tiempos y pausas observadas			
Descripción de la actividad	Hora de Inicio	Hora de Fin	Duración (minutos)
Reunión de trabajo	8h00	8h15	15 min
Traslado al área de trabajo	8h15	8h20	5 min
Tarea de levantamiento manual de cargas	8h20	9h50	90 min
Pausa higiénica	9h50	9h55	5 min
Tarea de levantamiento manual de cargas	9h55	11h45	120 min
Pausa para el almuerzo (fuera del turno de trabajo)	11h45	12h45	60 min no se considera dentro de jornada laboral
Tarea de levantamiento manual de cargas	12h45	14h30	105 min
Pausa higiénica	14h30	14h35	5 min
Tarea de levantamiento manual de cargas	14h35	17h00	150 min
Fin de la jornada de trabajo	17:00 h		

Nota: Observación directa en el puesto de trabajo, enero 2026

Una vez sistematizados los datos observacionales, fue posible establecer la organización efectiva del trabajo en función de los tiempos reales de exposición a las tareas de levantamiento manual de cargas, específicamente en el puesto de estibador de producto

terminado de la línea de aditivos.

La caracterización de los tiempos de trabajo permitió determinar la duración neta acumulada de exposición, dato necesario para clasificar posteriormente la tarea como corta, media o larga, de acuerdo con los criterios técnicos establecidos en la norma ISO 11228-1:2021.

A continuación, se presenta la síntesis de la estructura temporal del turno de trabajo evaluado:

Tabla 9

Datos organización del trabajo de la jornada laboral según registros de campo

Conceptos	Datos recopilados
Duración total del turno de trabajo	8 horas (480 minutos)
Tiempos destinados a la reunión de trabajo	15 min
Tiempos traslado al área de trabajo después de la reunión	5 min
Tiempo de pausas higiénicas dentro del turno	10 minutos (2 pausas de 5 min)
Tiempo no considerado (almuerzo fuera del turno)	1 hora (60 minutos)
Duración neta de actividades de LMC (min)	450 minutos

Nota: Observación directa en el puesto de trabajo, enero 2026

La sistematización de los datos observados en campo permitió establecer con precisión la estructura temporal del turno de trabajo en el puesto de Estibador de Producto Terminado.

Esta información incluye los tiempos efectivos de exposición a tareas de levantamiento manual de cargas, las pausas informales tomadas por los operarios, así como los períodos no considerados dentro del análisis, como el tiempo destinado al almuerzo.

Tal como se estableció previamente, para la evaluación específica del riesgo por levantamiento manual de cargas bajo el método variable, se utilizó el software ERGOepm-VLI, desarrollado por CENEA. Toda la información registrada fue ingresada en esta herramienta, que permite integrar las distintas variables del ciclo de trabajo. A continuación, se presenta una tabla resumen generada por el software y, en anexos, se incluirán capturas de pantalla representativas de la aplicación utilizada.

Figura 7

Duración y distribución de las tareas según análisis del software ERGOepm-VLI



Clasificación de la duración de la tarea según la norma ISO 11228-1:2021

De acuerdo con los criterios establecidos en la norma internacional ISO 11228-1:2021, las tareas de levantamiento manual de cargas, se clasifican según su duración en tres niveles de exposición:

- Corta duración: hasta 1 hora acumulada por jornada.
- Media duración: entre 1 y 2 horas acumuladas.
- Larga duración: más de 2 horas acumuladas.

En el presente caso, correspondiente al puesto de estibador de producto terminado de la línea de aditivos, la duración neta acumulada de las actividades de levantamiento manual fue de 450 minutos (7,5 horas), dentro de un turno laboral efectivo de 8 horas. Este valor excede

ampliamente el umbral de 2 horas establecido para la categoría de larga duración, por lo que la exposición se clasifica formalmente en esta categoría.

La clasificación de la duración de la tarea resulta relevante para la estimación del riesgo, debido a que, conforme a la norma ISO 11228-1:2021, un mayor tiempo de exposición se relaciona con un incremento del riesgo asociado a la actividad.

Análisis del peso de las cargas manipuladas

En cumplimiento del plan de producción correspondiente a la jornada laboral observada, y con base en la información proporcionada por el Supervisor del Departamento de Producción de Aditivos, se presenta a continuación la matriz de reporte de empaques, productos producidos y el peso unitario de los sacos empacados y asignados al proceso de estiba en la línea de aditivos.

La información recopilada permitió establecer los pesos reales de las cargas manipuladas en el puesto. Estos valores se utilizaron para compararlos con los límites máximos establecidos en la normativa nacional, específicamente con el Anexo 3 de la Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo contenida en el Acuerdo Ministerial MDT-2024-196. Esta comparación permitió valorar el cumplimiento normativo y dimensionar la exposición física de los trabajadores durante el levantamiento manual de cargas.

Tabla 10

Matriz de productos y pesos unitarios de sacos en la línea de aditivos

Productos para fabricar en el turno de trabajo	Lote	Peso por Saco (kg)
Premix Vitaminas y Minerales final San Camilo	03MO/9234026	40
Premix Vitaminas y Minerales Inicio San Camilo	02MO/9233726	30
Fullzyme Producción	02MO/9235426	40
Adisalm FBC Producción	04MO/9235226	40
Adimold FBC Producción	03MO/9233626	40
Guardian Fix Producción	03MO/9235326	40
Núcleo Reproductora Crecimiento	01MO/9224026	32
Nutripaket Reproductora Macho Ross + Trigo	01MO/9224526	25
Nutripaket Reproductora Postura 3 Ross + Trigo	05MO/9224426	31

Nota. Información proporcionada por el Supervisor del Departamento de Producción de Aditivos. Elaboración propia con base en planificación operativa del turno evaluado.

Con base en la información obtenida durante la jornada observada, se evaluaron los pesos reales de las cargas manipuladas en el puesto y se compararon con los límites establecidos en los marcos normativos considerados en el estudio, tanto nacional como internacionalmente:

- ISO 11228-1:2021: Establece un límite máximo de 25 kg para varones adultos bajo condiciones ideales de levantamiento manual, caracterizadas por una postura neutra, baja frecuencia, agarre adecuado y una carga próxima al cuerpo.
- Anexo 3 del Acuerdo Ministerial MDT-2024-196 (Ecuador): En su Artículo 20, numeral 2, establece un límite de 23 kg para hombres adultos entre 20 y 45 años, como criterio de protección aplicable a las condiciones laborales reales.

En el puesto evaluado se encuentran asignados dos (2) trabajadores varones, con edades comprendidas entre 20 y 45 años, sin reportarse limitaciones físicas ni condiciones particulares que impliquen restricciones ergonómicas adicionales, este grupo constituye la población de referencia para el análisis ergonómico específico.

La comparación de los pesos manipulados que fluctúan entre 10, 20, 25, 40, y hasta 45.45 kg con los límites establecidos se evidencia una exposición significativa por sobrecarga física, lo

cual justifica la clasificación de la tarea como riesgo inaceptable según las disposiciones legales y técnicas vigentes

Determinación de la masa de referencia para la evaluación ergonómica

La masa de referencia es un parámetro clave para determinar si una tarea de levantamiento manual de cargas se encuentra dentro de los márgenes aceptables de exigencia física.

A continuación, se presentan los valores establecidos por los dos marcos normativos aplicables:

Figura 8

Masa de referencia según la Norma Internacional ISO- 11228-1:201

Sexo	Edad (en años)	Masa de referencia
Masculino	<20	20 kg
	De 20 a 45	25 kg
	>45	20 kg
Femenino	<20	15 kg
	De 20 a 45	20 kg
	>45	15 kg

**Masa de referencia:
25 kg**

Fuente: ISO 11228-1:2021. Ergonomics – Manual Handling – Part 1: Lifting, Lowering and Carrying.

Tabla 11

Masa de referencia según la Norma técnica de Seguridad e Higiene en el Trabajo Anexo 3 del Acuerdo Ministerial MDT-2024-196, artículo 20 numeral 2.

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

**Masa de referencia:
23 kg**

Nota: Acuerdo Ministerial MDT-2024-196. Anexo 3, Artículo 20, numeral 2.

Criterio de selección de la masa de referencia y normativa aplicable

La determinación de la masa de referencia constituye un aspecto fundamental en la evaluación ergonómica de riesgos por levantamiento manual de cargas.

Para el presente análisis, se consideraron dos marcos normativos:

- La norma internacional ISO 11228-1:2021, que establece un límite de referencia de 25 kg para trabajadores adultos saludables bajo condiciones ideales de manipulación.
- La Norma Técnica de Seguridad e Higiene en el Trabajo, contenida en el Anexo 3 del Acuerdo Ministerial MDT-2024-196, vigente en Ecuador desde noviembre de 2024, que establece como masa máxima admisible un valor de 23 kg para trabajadores hombres de edades comprendidas entre 20 y 45 años.

Debido al carácter obligatorio de la normativa nacional para las empresas y actividades económicas desarrolladas en Ecuador, se adoptó como referencia principal el límite establecido en la Norma Técnica de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Criterio de selección normativa para el presente análisis

En el presente análisis, se ha adoptado como masa de referencia normativa el valor de 23 kg, conforme a lo dispuesto en el Artículo 20, numeral 2 del Anexo 3 Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo del Acuerdo Ministerial MDT-2024-196, el cual establece dicho límite como el peso máximo permitido para trabajadores varones adultos entre 20 y 45 años. Este valor constituye el criterio principal para la clasificación del riesgo ergonómico, en estricto cumplimiento con la normativa nacional vigente en Ecuador.

Para la aplicación del software ERGOepm-VLI, utilizado en la evaluación de las tareas de levantamiento manual de cargas bajo el método variable de la norma ISO 11228-1:2021, fue necesario ingresar el valor de 25kg, que corresponde al límite máximo disponible en la herramienta. Esta condición responde únicamente a una característica técnica del software y no modifica el criterio normativo utilizado para valorar el riesgo, que continua basado en el límite legal de 23 kg.

La elección de simular el análisis con un peso de 25 kg obedece a la necesidad de representar un escenario realista, considerando que, en la práctica, los trabajadores manipulan cargas que alcanzan hasta los 45.45 kg, excediendo ampliamente tanto el límite nacional como las recomendaciones internacionales.

El empleo de este valor no supone una reducción del riesgo identificado, sino que permite analizar otros factores que también influyen en la exigencia física de la tarea, entre ellos la altura de levantamiento, la frecuencia de manipulación, la distancia horizontal, la asimetría y las condiciones del agarre.

La estrategia aplicada busca complementar el análisis técnico mediante una simulación compatible con los requerimientos del software ERGOepm-VLI. De esta manera se pueden identificar los factores que incrementan la exigencia del puesto y contar con elementos técnicos para sustentar las medidas correctivas propuestas de acuerdo con las condiciones reales de la actividad.

Evaluación del cumplimiento del peso de las cargas manipuladas

A partir de la información registrada sobre los pesos unitarios de los sacos de materia prima utilizados durante la jornada de producción, se procedió a realizar una comparación sistemática con la masa máxima admisible establecida en la Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo vigente en Ecuador, contenida en el Anexo 3 Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo del Acuerdo Ministerial MDT-2024-196.

De acuerdo con lo dispuesto en el anexo 3, el peso máximo permitido para trabajadores varones en el grupo etario de 20 a 45 años es de 23 kg.

A continuación, se presenta una tabla que detalla el cumplimiento normativo de cada tipo de saco de materia prima manipulado durante el turno de trabajo evaluado:

Tabla 12

Evaluación del cumplimiento del peso de sacos de materias primas según normativa ecuatoriana (AM 196 – Anexo 3)

Productos para fabricar	Peso por Saco (kg)	Cumple NTSHT (Anexo 3) AM 196-24 Peso ≤23kg	Observaciones
Premix Vitaminas y Minerales final San Camilo	40	X No	No cumple: Peso mayor a 23 kg
Premix Vitaminas y Minerales Inicio San Camilo	30	X No	No cumple: Peso mayor a 23 kg
Fullzyme Producción	40	X No	No cumple: Peso mayor a 23 kg
Adisalm FBC Producción	40	X No	No cumple: Peso mayor a 23 kg
Adimold FBC Producción	40	X No	No cumple: Peso mayor a 23 kg
Guardian Fix Producción	40	X No	No cumple: Peso mayor a 23 kg
Núcleo Reproductora Crecimiento	32	X No	No cumple: Peso mayor a 23 kg
Nutripaket Reproductora Macho Ross + Trigo	25	X No	No cumple: Peso mayor a 23 kg
Nutripaket Reproductora Postura 3 Ross + Trigo	31	X No	No cumple: Peso mayor a 23 kg

Como se evidencia en la tabla anterior, todos los 9 productos manipulados durante la jornada superan el límite de 23 kg, lo que representa un incumplimiento generalizado de la normativa legal vigente en Ecuador.

La condición identificada representa un riesgo ergonómico significativo, por lo que requiere considerar medidas correctivas mediante acciones de carácter técnico, organizativo y preventivo.

Frecuencia de levantamientos

Cálculo de la frecuencia de levantamiento (FL)

El primer paso en la evaluación específica del riesgo por levantamiento manual de cargas fue determinar la frecuencia de levantamientos, conforme a los lineamientos establecidos en la norma ISO 11228-1:2021. Esta frecuencia se calcula a partir de la relación entre el número total de objetos manipulados y el tiempo efectivo dedicado exclusivamente a tareas de levantamiento manual.

La fórmula aplicada es la siguiente:

$$\text{Frecuencia de Levantamientos} = \frac{\# \text{objetos levantados}}{\text{Duración neta de las tareas de LMC (minutos)}}$$

Donde:

- **Número total de sacos levantados:** corresponde al total de unidades manipuladas manualmente por los trabajadores durante la jornada.
- **Duración neta de las tareas de LMC:** tiempo efectivo dedicado a actividades de levantamiento manual.

Para realizar el cálculo de la frecuencia de levantamiento de cargas, es necesario, en primer lugar, determinar el número total de sacos manipulados durante la jornada laboral.

Esta variable constituye la base para estimar la frecuencia con la que los operarios realizan esfuerzos de levantamiento, la cual es un parámetro crítico en la aplicación del método variable definido por la norma ISO 11228-1:2021 y en el cálculo del Índice de Levantamiento Variable (ILV).

El número de levantamientos fue estimado a partir de la revisión del plan de producción y de la observación directa de puesto, lo que permitió establecer la cantidad de sacos levantados y estibados manualmente durante el turno completo.

Con estos datos se determinó la frecuencia media de levantamiento por minuto y por hora, valores que posteriormente fueron utilizados en el software de valuación ergonómica ERGOepm-VLI.

A continuación, se presentan los datos recolectados durante la jornada laboral observada en el puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de aditivos, los cuales permiten calcular el número total de sacos manipulados y, posteriormente, la frecuencia de levantamiento.

Con base en la información proporcionada por el Supervisor del Departamento de Producción, se elaboró la siguiente matriz que detalla los productos programados durante la jornada laboral, los productos fabricados, el peso unitario de los sacos y el total de sacos estibados por tipo:

Tabla 13

Matriz de productos a elaborar, pesos unitarios y cantidades de sacos a dosificar

Productos para fabricar	Peso por Saco (kg)	Cantidad de Productos (kg)	Cantidad de Sacos a Estibar
Premix Vitaminas y Minerales final San Camilo	40	3000	75
Premix Vitaminas y Minerales Inicio San Camilo	30	1500	50
Fullzyme Producción	40	2000	50
Adisalm FBC Producción	40	4000	100
Adimold FBC Producción	40	3000	75

Guardian Fix Producción	40	3000	75
Núcleo Reproductora	32	864	27
Crecimiento			
Nutripaket Reproductora	25	900	36
Macho Ross + Trigo			
Nutripaket Reproductora	31	4061	131
Postura 3 Ross + Trigo			
Total de sacos estibados en el turno de trabajo			619

Nota: Elaboración propia con base en datos de planificación de producción (enero 2025).

Con base en la observación directa, la revisión de los registros de producción y los reportes de empaque, complementados con entrevistas al personal operativo, se estableció el número total de sacos manipulados durante el turno evaluado.

La suma de las cantidades a producir en kilogramos de los diferentes productos elaborados durante la jornada laboral arroja el siguiente resultado: 22,325 kg equivalentes a 22.325 TM

Por lo tanto, el total de sacos manipulados durante el turno fue de: 619 sacos.

Este valor representa el volumen total de levantamientos manuales realizados por los operarios a lo largo de la jornada, y será utilizado para el cálculo de la frecuencia de levantamiento, parámetro esencial en la evaluación ergonómica mediante el método variable, conforme a los criterios de la norma ISO 11228-1:2021.

Contando ya con los datos requeridos para realizar el cálculo, específicamente, el número total de sacos manipulados durante el turno de trabajo (619 sacos) y la duración neta de la tarea de levantamiento manual de cargas (450 minutos), se procede al cálculo de la frecuencia de levantamientos, conforme a lo establecido por la norma ISO 11228-1:2021 y requerido por el método variable aplicado en esta evaluación.

$$\text{Frecuencia de Levantamientos} = \frac{619}{450} = 1,37 \text{ levantamientos por minuto}$$

Considerando que las actividades fueron realizadas de forma simultánea por dos (2) trabajadores, la frecuencia individual se obtiene dividiendo entre el número de operarios:

$$\text{Frecuencia de Levantamientos individuales} = \frac{1,37}{2} = 0,69 \text{ levantamiento/ minuto trabajado}$$

- Por lo tanto, la frecuencia de levantamientos por trabajador es de 0,69 levantamientos por minuto.

Interpretación de resultados

De acuerdo con los criterios establecidos en la norma ISO 11228-1:2021, una frecuencia individual de 0,68 levantamientos por minuto, combinada con pesos que superan los límites establecidos en la normativa legal vigente, en el caso ecuatoriano de 23 kg según el Artículo 20, numeral 2 del Anexo 3 Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo del Acuerdo Ministerial MDT-2024-196, representa un nivel de riesgo ergonómico elevado.

Identificación y descripción de las geometrías de manipulación manual en origen y destino

Como parte del desarrollo de la evaluación ergonómica específica mediante el método variable, se procedió a identificar las principales geometrías de manipulación manual correspondientes a las fases de origen (levantamiento) y destino (estibado) durante la jornada laboral.

El análisis se realizó a partir de la observación directa del puesto y de la aplicación del software ERGOepm-VLI, herramienta utilizada para valorar de manera conjunta los diferentes factores de riesgo ergonómico presentes en la tarea.

Como se ha indicado anteriormente, los pesos manipulados durante la jornada superan los límites contemplados en las referencias normativas utilizadas. El Anexo 3 de la Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo del Ecuador establece un máximo de 23 kg, mientras que la ISO 11228-1:2021 considera 25 kg para hombres adultos bajo condiciones óptimas de levantamiento.

En este contexto, y de acuerdo con los criterios técnicos del software ERGOepm-VLI, todas las cargas ingresadas para el análisis fueron consideradas con un peso de 25 kg, valor que corresponde al límite superior permitido por la normativa internacional, para efectos del análisis, todas las cargas que superan los 25 kg fueron ingresadas con ese valor máximo de referencia.

La decisión adoptada para la evaluación no representa una disminución del riesgo real identificado. Su finalidad es permitir una valoración estandarizada de los demás factores ergonómicos que intervienen en la ejecución de la tarea.

Adicionalmente, es fundamental destacar que las cargas manipuladas tienen características físicas desfavorables desde el punto de vista ergonómico, tales como:

- Centro de gravedad variable, que genera inestabilidad durante la manipulación.
- Condiciones de agarre deficientes, relacionadas con la ausencia de asas u otras superficies diseñadas para facilitar la sujeción.
- Estabilidad limitada de la carga, condición que aumenta la exigencia de control postural durante el levantamiento.

Por tanto, la utilización del valor estándar de 25 kg se justifica como un criterio para la simulación de este trabajo final de master, mientras que la evaluación integral considera otros factores de riesgo clave que inciden directamente en la exigencia física del puesto de trabajo, tales como:

- Altura de inicio y destino del levantamiento
- Distancia horizontal al cuerpo
- Frecuencia de manipulación durante la jornada
- Asimetría del movimiento y torsión del tronco
- Condiciones y calidad del agarre

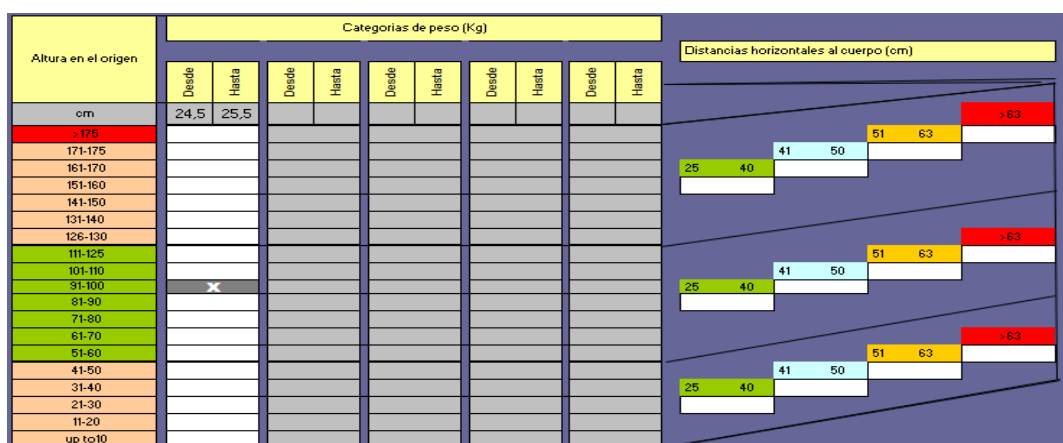
Este enfoque permite obtener una valoración ergonómica objetiva y representativa, aun cuando el peso real de las cargas exceda los parámetros requeridos en el software.

Identificación de alturas de origen y distancias horizontales según categorías de peso

Se procedió a identificar y agrupar todas las alturas de origen y las distancias horizontales al cuerpo en las tareas de levantamiento manual de cargas en el puesto de trabajo.

Figura 9

Geometrías de levantamiento según categorías de peso, alturas en el origen, distancias horizontales (software ERGOepm-VLI)



Nota: Elaboración propia con base en observación directa, utilizando el software ERGOepm-VLI, Enero 2026.

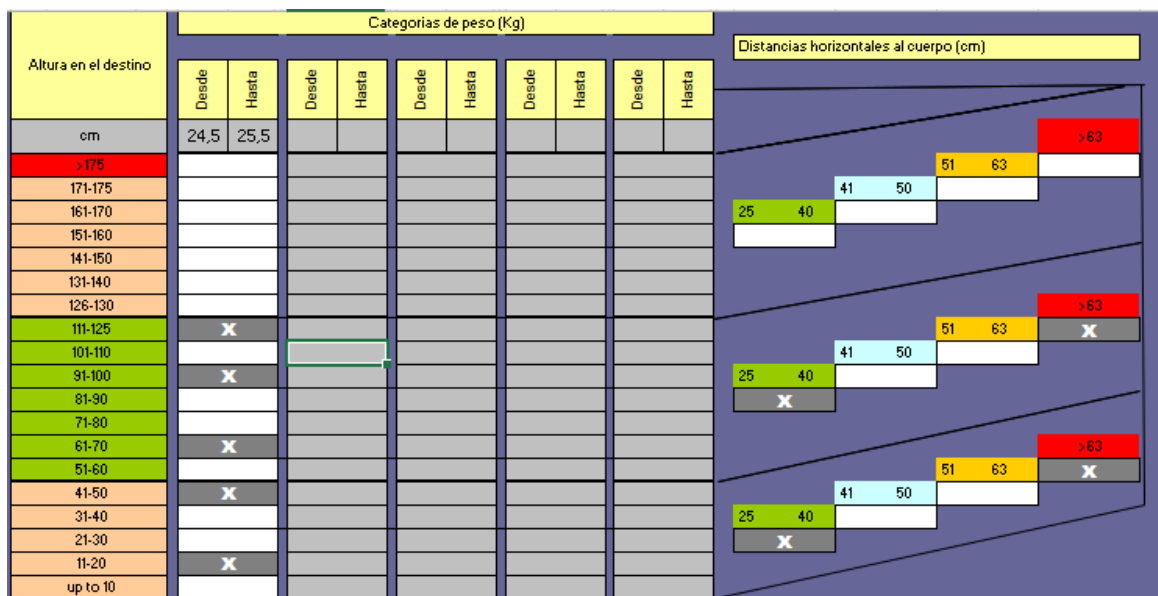
Como se evidencia en la imagen anterior, se han identificado alturas de origen del levantamiento que varían entre los 90cm y los 95cm y distancias horizontales en origen de 0cm.

Identificación de alturas en destino y distancias horizontales (según ERGOepm-VLI)

Como complemento a la caracterización ergonómica de las tareas de levantamiento manual de cargas en el puesto de trabajo, se procedió a ubicar y agrupar las alturas de destino y distancias horizontales al cuerpo durante la fase de estiba de producto hacia el pallet ubicado a nivel de piso.

Figura 10

Geometrías de levantamiento según categorías de altura en el destino, categoría de pesos distancias horizontales al cuerpo (software ERGOepm-VLI)



Nota: Elaboración propia con base en observación directa, utilizando el software ERGOepm-VLI, Enero 2026.

Se identificaron alturas en destino comprendidas entre 14 y 120 cm y distancias horizontales de 40 cm y 80 cm., lo que indica que la acción de estibado de las cargas se realiza en niveles muy cercanos al piso, esta condición obliga a los operarios del puesto de trabajo, a adoptar posturas de flexión del tronco o a trabajar en posiciones forzadas.

Es importante señalar que esta condición se debe a que el estibado de producto se realiza a través de un pallet ubicado a nivel de piso, sin posibilidad de ajuste en altura ni asistencia mecánica.

Esta condición, junto con la elevada cantidad de ciclos de levantamiento y el peso de las cargas manipuladas, representa un factor de riesgo ergonómico crítico de acuerdo con los criterios establecidos en la norma ISO 11228-1:2021.

Distancias horizontales al cuerpo en destino

En relación con la distancia horizontal al cuerpo durante el estibado, se observa que, para ambas categorías de peso analizadas, las acciones se realizan bajo estas condiciones que permiten mantener la carga relativamente cercana al cuerpo. Esta situación se debe a que el pallet está fijo al nivel del piso, y a que el pallet se posiciona cerca de la cinta o banda transportadora.

Esta disposición permite que el trabajador mantenga la carga más próxima al cuerpo durante la estiba y reduce la necesidad de efectuar desplazamientos laterales adicionales.

Índice de Levantamiento de Cargas (ILV)

Con base en la información recopilada, registrada y evaluada mediante el software ERGOepm-VLI, obteniendo como resultado un índice de riesgo superior a 3, lo que clasifica la tarea evaluada en una Condición Crítica de acuerdo con los criterios establecidos por la norma ISO 11228-1:2021.

En función de los resultados obtenidos, y tomando como referencia los criterios establecidos en la tabla del Índice de Levantamiento (IL) de la norma internacional ISO 11228-1:2021, se determina que la tarea evaluada en el puesto de trabajo requiere una intervención ergonómica inmediata, con el fin de reducir los niveles de exposición al riesgo y prevenir la aparición de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores.

Nombre de la tarea		Significancia de cada factor de riesgo						Índices de levantamiento				Presencia de condiciones críticas						
		Frecuencia	Altura de los niveles	Distancia horizontal	Asimetría / torsión	Peso superior a 25kg	Peso superior a 20 kg	Peso superior a 15 kg	Hombres (20-45 años)	Mujeres (20-45 años)	Hombres (<20 o >45 años)	Mujeres (<20 o >45 años)	Condición crítica por la frecuencia	Altura crítica en el origen	Distancia horizontal crítica en el origen	Altura crítica en el destino	Distancia horizontal crítica en el destino	Asimetría crítica
Estibado de Producto Terminado							X	X	CONDICION CRITICA	CONDICION CRITICA	CONDICION CRITICA	CONDICION CRITICA					X	

Norma ISO 11228-1:2021				
25	Hombres (20-45 años)	CONDICION CRITICA	RIESGO SIGNIFICATIVO	
20	Mujeres (20-45 años)	CONDICION CRITICA	RIESGO SIGNIFICATIVO	PRESENCIA DE CARGAS SUP. A 20 KG
20	Hombres (<20 ó >45 años)	CONDICION CRITICA	RIESGO SIGNIFICATIVO	
15	Mujeres (<20 ó >45 años)	CONDICION CRITICA	RIESGO SIGNIFICATIVO	PRESENCIA DE CARGAS SUP. A 15 KG
CONDICIÓN INACEPTABLE: LAY-OUT				

Tabla 15

Factores de riesgo y niveles críticos

Factor de Riesgo	Condiciones que lo Vuelven Critico
Peso de las cargas manipuladas	Los trabajadores diariamente manipulan sacos de producto terminado con pesos que van desde 10, 20, 25, 40, y hasta 45.45 kg, superando ampliamente los límites establecidos por la Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo del Ecuador (máximo 23 kg) y la norma internacional ISO 11228-1:2021 (máximo 25 kg para hombres adultos en condiciones óptimas).
Duración de la tarea sin adecuada recuperación	El análisis realizado evidencio que la duración de la tarea es considerada de Duración Larga, sin períodos de recuperación adecuados.
Altura de los niveles	En el punto de origen, varias cargas son levantadas desde alturas inferiores a 70 cm, llegando en algunos casos a ubicarse entre 20 y 40 cm. Esta condición obliga al trabajador realizar una flexión considerable del tronco al iniciar el levantamiento.
Distancia horizontal	En el destino los operarios deben estibar manualmente los sacos hacia un pallet ubicado a nivel del piso, lo que obliga al trabajador a inclinaciones sostenidas. El análisis ergonómico permitió identificar que, durante la manipulación de los sacos, la distancia horizontal entre la carga y el cuerpo del trabajador alcanza aproximadamente 40 cm en varias combinaciones y puede superar los 63 cm en determinadas condiciones. Estos valores representan un factor de riesgo ergonómico critico conforme a los criterios de la norma ISO 11228-1:2021.
El agarre	Los trabajadores manipulan sacos de dimensiones y pesos considerables que no disponen de elementos específicos para facilitar el agarre, como asas o superficies antideslizantes. Esta característica dificulta mantener una sujeción segura y controlada durante el levantamiento y la estiba.

El puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de proceso de producción de aditivos presenta una combinación de factores de riesgo físicos, posturales y organizativos,

que en conjunto configuran una exposición ergonómica crítica, con alto potencial de generar trastornos musculoesqueléticos (TME), particularmente en la zona lumbar, hombros y extremidades superiores.

Entre los principales factores de riesgo identificados se encuentran el peso elevado de las cargas, las alturas inadecuadas para el levantamiento y la estiba, las distancias horizontales excesivas, el mantenimiento de posturas forzadas, las condiciones deficientes de agarre, la elevada frecuencia de manipulación y la ausencia de pausas de recuperación adecuadas.

Frente a esta realidad, y en cumplimiento de los criterios establecidos en la norma ISO 11228-1:2021 se considera que el puesto analizado no cumple con las condiciones mínimas de ergonomía laboral y, por tanto, requiere de manera urgente un rediseño técnico y organizativo orientado a eliminar o reducir los factores de riesgo identificados.

La necesidad de intervenir mediante un rediseño también se sustenta en la Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo, Anexo 3 del Acuerdo Ministerial 196, vigente en Ecuador. Esta normativa establece que, cuando los riesgos ergonómicos identificados superan los límites aceptables, deben aplicarse modificaciones o medidas de rediseño destinadas a proteger la salud y seguridad del trabajador.

En este contexto, la intervención ergonómica presenta una justificación tanto técnica como normativa y se integra dentro de un enfoque preventivo orientado a proteger la integridad física del personal operativo y favorecer mejores condiciones para el desarrollo del proceso productivo.

Considerando los tres factores de riesgo que la evaluación ergonómica específica ha identificado como críticos o de alto nivel, se plantea, a modo de propuesta técnica, el desarrollo de un conjunto de alternativas de rediseño del puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de proceso de producción de aditivos. Esta propuesta se elabora en coordinación teórica con el grupo multidisciplinario del centro de trabajo, a fin de explorar posibles soluciones orientadas a la mejora de las condiciones ergonómicas asociadas al levantamiento manual de cargas.

Es importante señalar que esta propuesta no será implementada al momento de la presentación del trabajo. Las ideas de mejora planteadas serán acompañadas por simulaciones

prospectivas mediante herramientas de evaluación ergonómica específicas, con el objetivo de anticipar su posible impacto positivo en la operación y sustentar técnicamente su viabilidad.

Propuesta de intervención y rediseño ergonómico

Una vez identificados y evaluados los riesgos ergonómicos presentes en el puesto de trabajo, se procede a la formulación de la propuesta de intervención técnica, orientadas a su eliminación o mitigación, conforme a los principios de la ergonomía aplicada y a las disposiciones de normativas vigentes.

En esta fase se plantean medidas de mejora agrupadas en intervenciones estructurales, organizativas y formativas. Las propuestas se fundamentan en los resultados obtenidos durante el diagnóstico ergonómico y están orientadas a disminuir la carga física y mejorar las condiciones de trabajo frente a la exposición significativa a factores de riesgo biomecánico derivados de la manipulación manual de carga.

Las propuestas fueron formuladas considerando criterios metodológicos destinados a determinar su pertinencia, posible aplicación futura y alcance preventivo. Entre los criterios se consideraron:

- Justificación técnica, sustentada en los resultados obtenidos durante el análisis ergonómico de puesto.
- Viabilidad operativa, considerando los recursos disponibles y las condiciones actuales de la organización.
- Estimación del impacto, tomando como referencia los beneficios que podrían obtenerse en la reducción del riesgo y en la mejora del bienestar físico y psicosocial de los trabajadores.

Como complemento, se consideró la validación teórica de las propuestas mediante herramientas de simulación ergonómica prospectiva y la aplicación de los criterios de la norma ISO/TR 12295:2014. Asimismo, se plantea que las medidas puedan evaluarse posteriormente mediante proyectos piloto, siguiendo metodologías reconocidas en el área.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN: IMPLEMENTACIÓN DE MÁQUINA MANIPULADORA POR VACÍO PARA CARGAS

Tipo de intervención: Estructural - Maquinaria

Descripción técnica:

Esta propuesta contempla la adquisición e instalación de una máquina “elevador multifuncional” para el proceso de estibado de sacos, diseñada para operar de manera continua en la línea de producción de aditivos. El equipo está concebido para hacer que la manipulación sea eficiente, ergonómica y segura compatible con distintos tipos de envases (sacos y bolsas de papel, yute, Kraft, laminados y polipropileno, cajas de cartón, bidones o garrafas) con pesos de hasta 270 kg, y tiene como principal objetivo eliminar la manipulación manual de cargas, actualmente identificada como la fuente principal de riesgo ergonómico en el puesto evaluado.

El funcionamiento general del sistema se basa en la generación de vacío mediante una bomba o eyector. La carga es elevada mediante la retracción de un tubo flexible y puede ser trasladada y ubicada utilizando un asa de control ergonómico. La sujeción se produce mediante la diferencia de presión atmosférica generada en el sistema.

El funcionamiento es el siguiente:

- Aproximación y posicionamiento: El operario guía el manipulador (succionador/ventosa) hacia la carga usando el asa de control.
- Generación de vacío y sujeción: El operario acciona el botón de agarre ubicado en el mando. El aire es aspirado a través del filtro y se genera el vacío necesario en la ventosa para lograr su adhesión a la superficie de la carga.
- Elevación: Al aumentar el vacío en el tubo de elevación, este se contrae (encoge) lo que levanta la carga automáticamente sin esfuerzo físico del operario.
- Traslado y posicionamiento de estiba: El operario mueve el manipulador con la carga suspendida hacia la zona de estiba (pallet) de manera rápida y ergonómica.
- Descenso y liberación: Al accionar el botón destinado a liberar el sistema de vacío,

- ingresa aire al tubo de elevación mediante el sistema de ventilación, permitiendo su extensión y el descenso controlado de la carga hasta el nivel requerido.
- Desenganche: Una vez ubicada la carga en su posición final, se elimina el vacío y la ventosa se separa de la superficie del saco.

Ventajas:

- Manipulación de cargas de todo tipo necesario en este tipo de industria de aditivos y alimentos balanceados.
- Flexibilidad: rotación de 360°
- Asas: estándar, flexible, extendida.
- Control ergonómico para asegurar una buena postura de trabajo.
- Posibilidad de realizar la succión del empaque desde la parte superior o lateral.
- Regulación de la altura de elevación de acuerdo con la posición requerida.
- Utilización de tecnología del vacío para sujetar y elevar la carga sin generar marcas sobre el empaque.

Figura 12

Vista general del sistema elevador por vacío multifuncional.

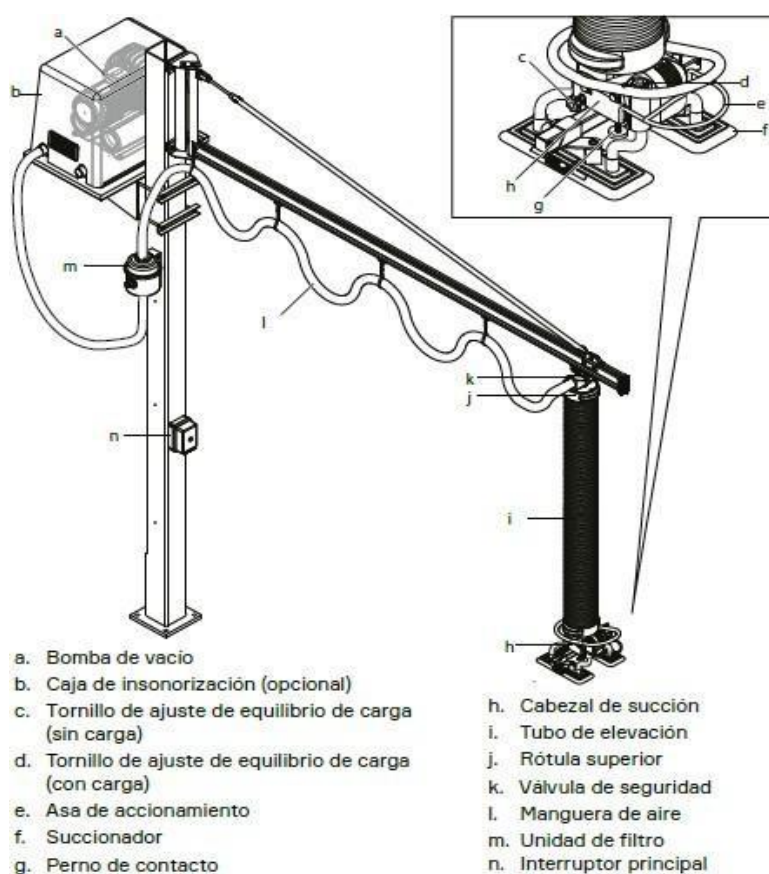


Figura 13

Esquema referencial con 2 rieles (puente grúas) para cubrir todo el área de trabajo (2 empacadoras).

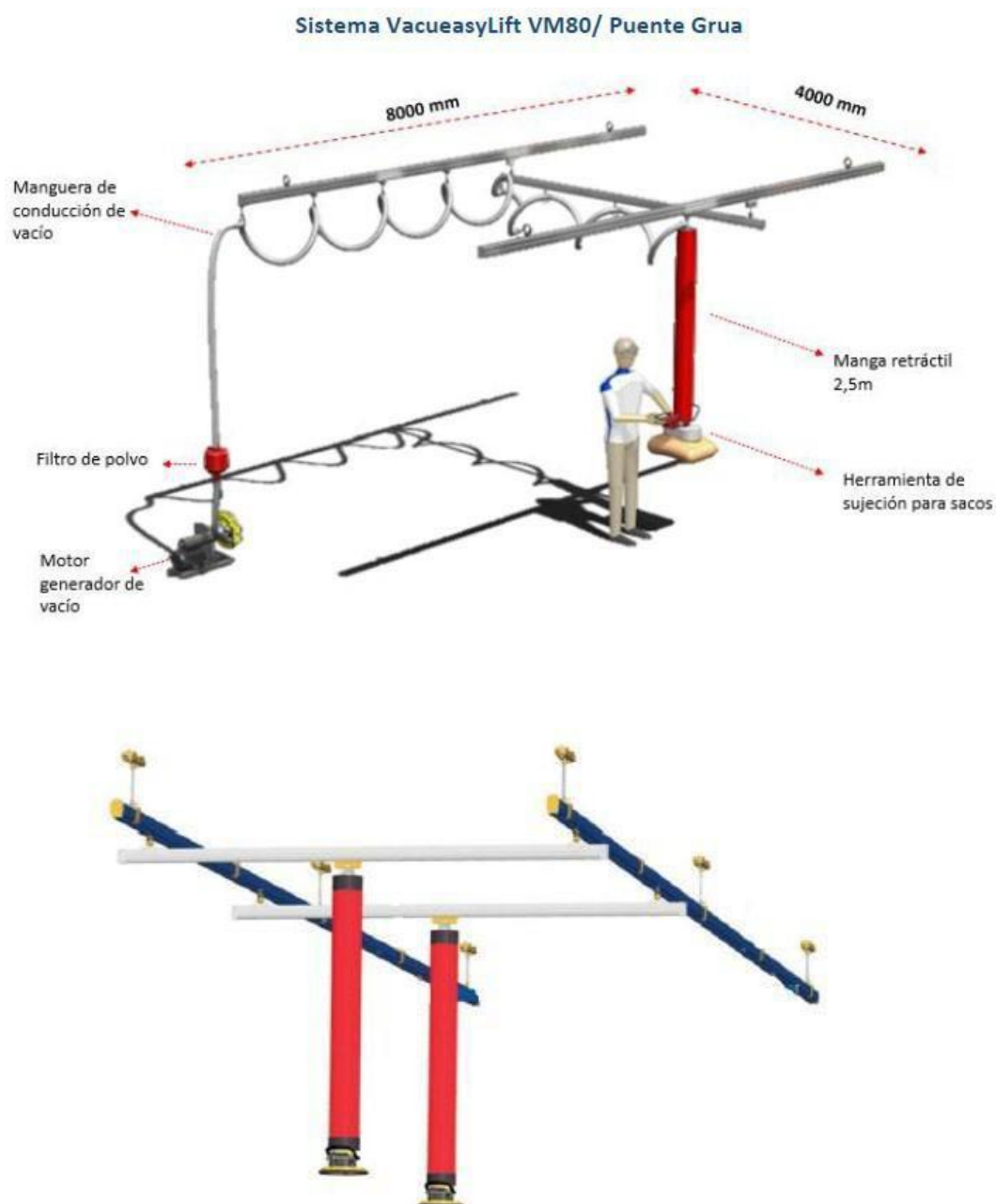


Figura 14

Alturas mínimas y máximas de elevación.

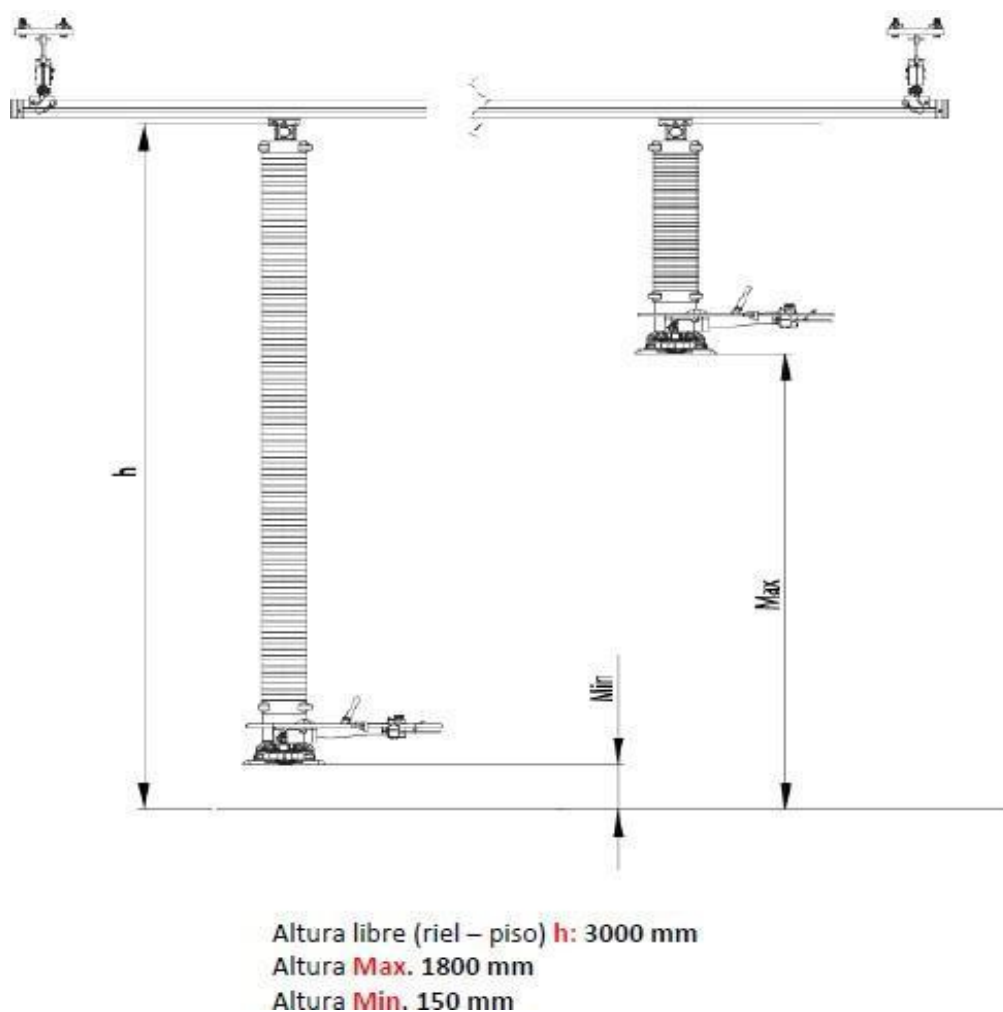


Figura 15

Secuencia del funcionamiento del sistema elevador por vacío multifuncional.

Ítem	Foto	Descripción de la actividad
1		Aproximación y posicionamiento.

2



Generación de vacío y
sujeción.

3



Elevación.

4



Traslado y posicionamiento de
estiba.

5



Descenso y liberación

6



Desenganche

Fundamentación legal

Esta propuesta se encuentra técnicamente fundamentada en los lineamientos legales vigentes en el Ecuador en materia de ergonomía y prevención de riesgos laborales, particularmente en lo dispuesto en el Anexo 3 del Acuerdo Ministerial MDT-2024-196, el cual establece:

- Límites máximos de manipulación manual de cargas: 23 kg para hombres y 20 kg para mujeres adultos.
- La obligación del empleador de establecer medidas técnicas o administrativas eficaces dirigidas a eliminar o reducir los riesgos ergonómicos desde su fuente de origen.

La instalación del sistema propuesto responde de forma directa a dicha obligación, ya que permite eliminar la exposición física del trabajador a tareas de levantamiento, y estibado de sacos, actividad identificada como de riesgo ergonómico inaceptable durante la fase diagnóstica.

La intervención propuesta también se relaciona con los principios establecidos en la norma ISO 11228-1:2021, utilizada para evaluar los riesgos asociados a la manipulación manual de cargas en el entorno laboral. De acuerdo con sus criterios, cuando los pesos superan los límites de seguridad se deben considerar medidas que reduzcan la manipulación directa, incluyendo soluciones de ingeniería que sustituyan el esfuerzo humano por medios mecánicos.

Viabilidad económica (estimada)**Costos estimados de la implementación**

Con base en la cotización preliminar emitida por una empresa proveedora nacional, se presenta a continuación el desglose económico estimado para la posible implementación del sistema propuesto para el área de producción de aditivos.

Tabla 16**Estimación de costos para la implementación**

Recursos Requeridos	Costo Unitario (USD)
DOS (2) Sistemas TAWI modelo VM80/ DOS (2) Mangas retráctil 2,5m/ Dos (2) Cabezales succionador para sacos de papel y plastificados hasta 50Kg /	\$46.520,00
Dos (2) Motores generadores de vacío 3.6 Kw/ Dos (2) arrancadores eléctricos estándar para cada motor / UN (1) Puente grúa de 8000x4000 mm.	
Se incluye: Instalación de los componentes cotizados, puesta en marcha, capacitación personal operativo	\$00,00
IVA 15%	\$6.978,00
Costo total estimado	\$53.498.900,00

Fuente: Cotización preliminar de proveedor.

Nota importante: La estimación presentada tiene carácter referencial, y se incorpora únicamente con fines académicos y técnicos dentro del alcance de este trabajo. Una eventual implementación de la propuesta dependerá de las condiciones económicas y logísticas que se determinen posteriormente, así como de las decisiones de la empresa, las políticas comerciales vigentes y las condiciones contractuales correspondientes.

Evaluación ergonómica prospectiva

Con el objetivo de estimar el impacto potencial de la propuesta de rediseño, se llevó a cabo una evaluación prospectiva aplicando la Ficha 1 de la norma ISO/TR 12295:2014. Esta herramienta permite identificar la presencia o ausencia del peligro ergonómico por levantamiento manual de cargas, en función de las características de la tarea y el entorno de trabajo.

La evaluación fue desarrollada bajo un escenario real, donde se consideró que el sistema automatizado propuesto ha sido incorporado al puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de aditivos. En dicho escenario, se proyecta que las tareas asociadas a la manipulación manual de sacos serían completamente eliminadas:

Datos organizacionales del puesto de trabajo simulado:**Puesto de trabajo:** Estibador de Producto Terminado.**Área:** Operaciones.**Departamento:** Producción.**Línea de Producción:** Aditivos Macro.**Lugar o área de trabajo:** Área de Producción, Nivel 0 de la Torre de Producción.**Nro. de trabajadores actual que ocupan el cargo:** 02 Hombre: 02 Mujer: 0**Nro. de trabajadores proyectados post intervención:** 02 trabajador

Resultado simulado – Ficha 1 ISO/TR 12295:2014

Figura 16**Identificación del peligro ergonómico por levantamiento manual de cargas**

FICHA 1: LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS		
IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO ERGONÓMICO POR LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS		
Marque con una "X" la respuesta a cada una de las siguientes condiciones		
En el puesto de trabajo hay alguna tarea que presente alguna de las siguientes condiciones:	Respuesta	
1. ¿Se deben levantar, sostener y depositar objetos manualmente en este puesto de trabajo?	N ☒	S ☐
	O ☒	I ☐
2. ¿Alguno de los objetos a levantar manualmente pesa 3kg o más?	N ☒	S ☐
	O ☐	I ☐
3. ¿La tarea de levantamiento se realiza de forma habitual dentro del turno de trabajo (por lo menos una vez en el turno)?	N ☐	S ☒
	O ☐	I ☐
Si todas las respuestas son " SI " para todas las condiciones, hay presencia del peligro por levantamiento manual de cargas y debe realizarse una evaluación específica del riesgo.		
Si alguna de las respuestas a las condiciones es " NO ", no hay presencia del peligro por levantamiento manual de cargas.		

Resultado: No se identifica presencia del peligro por levantamiento manual de cargas.

De acuerdo con las condiciones evaluadas, en el escenario proyectado del puesto no presenta exposición al peligro ergonómico asociado al levantamiento manual de cargas, conforme a los criterios establecidos en la norma ISO/TR 12295:2014.

En consecuencia, no sería necesaria una evaluación específica posterior bajo la norma ISO 11228-1:2021, siempre y cuando el diseño, instalación y operación del sistema elevador por vacío multifuncional se implementen conforme al plan propuesto. Esta evaluación confirma que la propuesta técnica permitiría eliminar por completo el riesgo principal

identificado durante el diagnóstico ergonómico, anticipando una mejora sustantiva en el perfil de riesgo del puesto de trabajo.

Nivel jerárquico alcanzado con la intervención ergonómica

De acuerdo con el enfoque preventivo y los principios de la jerarquía de control del riesgo, la propuesta de elevador por vacío multifuncional se ubica en el nivel más alto de eficacia: la eliminación del riesgo en su origen.

Al eliminar la necesidad de realizar la estiba manual, se reduce y elimina, dentro del escenario proyectado, la exposición a los factores de riesgo biomecánico asociados a esta actividad. De esta manera, la configuración del puesto experimenta una modificación estructural de importancia, compatible con los principios de ergonomía física y con la normativa nacional vigente.

Figura 17

Jerarquía de Control del Riesgo



Nivel jerárquico alcanzado con la intervención ergonómica

La Propuesta se enmarca en el nivel más alto de eficacia en la jerarquía de control de riesgos, al actuar directamente sobre la fuente del peligro. Al eliminar completamente la necesidad de realizar tareas de levantamiento manual de sacos, esta intervención suprime la principal causa de exposición a factores de riesgo ergonómico identificados durante el diagnóstico del puesto. Su implementación representaría un avance significativo en la prevención de trastornos musculoesqueléticos (TME) y en el fortalecimiento de una cultura de seguridad basada en la anticipación y el rediseño técnico de procesos productivos.

CONCLUSIONES

Con relación a los objetivos planteados para el presente estudio se concluye:

El estudio logró identificar y caracterizar de manera precisa los factores de riesgo ergonómicos del puesto de estibador de producto terminado permitiendo justificar intervenciones de rediseño.

En cuanto al uso de metodologías ergonómicas permitió determinar que el nivel de riesgo es no aceptable “índices ergonómicos elevados, sobrecarga biomecánica significativa, alta probabilidad de desarrollo de TME”.

Los resultados obtenidos sustentan la necesidad de rediseñar el puesto de trabajo debido a la existencia de incumplimientos normativos, condiciones biomecánicas desfavorables y una exposición que puede incrementar el riesgo de enfermedades ocupacionales.

Respecto al impacto potencial del rediseño, se proyecta que la implementación de las mejoras ergonómicas permitiría disminuir de manera significativa la carga física, contribuir a la prevención de lesiones musculoesqueléticas y favorecer la productividad y eficiencia del proceso.

En conclusión, el estudio de caso permitió caracterizar la problemática ergonómica presente en el puesto de estibador de producto terminado y establecer una base técnica para plantear su intervención. En este sentido, el rediseño del puesto debe considerarse como una acción estratégica dentro de la Gestión de SST, priorizando medidas de ingeniería orientadas a proteger la salud de los trabajadores, cumplir con las disposiciones legales y favorecer la sostenibilidad de las operaciones de Adilisa.

RECOMENDACIONES

A partir de los hallazgos generados se proponen las siguientes recomendaciones:

Rediseño de la ergonomía del sistema “no solo del puesto de trabajo”, minimizando manipulaciones manuales, reducir distancias de transporte, eliminar movimientos innecesarios, optimizar flujo de materiales.

Reducción de la exposición: Establecer pausas pasivas o tiempos de recuperación durante la jornada e implementar rotación de tareas cuando las condiciones operativas lo permitan.

Alinear el puesto de trabajo con la normativa legal vigente ecuatoriana evitando así sanciones y responsabilidad legal.

Controles administrativos orientados a fortalecer las competencias del personal:

Capacitación en técnicas de manipulación y manejo de cargas, formación en autocuidado y sensibilización sobre riesgos ergonómicos asociados al puesto.

Desde el enfoque de mejora continua y fortalecimiento de la Gestión de SST, se recomienda incorporar los riesgos ergonómicos en la matriz IPER, establecer indicadores relacionados con la fatiga y la carga física e implementar vigilancia epidemiológica de los trastornos musculoesqueléticos TME.

REFERENCIAS

Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2024-196.

Álvarez Casado, E., Hernández Soto, R., & Tello Sandoval, R. (2009). Manual de ergonomía: Fundamentos y aplicaciones prácticas. Editorial Díaz de Santos.

Betancourt, Ó. (1999). Condiciones de trabajo y salud. Ediciones Abya-Yala.

Council of the European Communities. (1990). Directive 90/269/EEC on the minimum health and safety requirements for the manual handling of loads. Official Journal of the European Communities.

Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial, 449.

Hernández Soto, R., & Álvarez Casado, E. (2008). Ergonomía, diseño y evaluación de puestos de trabajo. Editorial Díaz de Santos.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2009). Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 11228-1: Ergonomía. Manipulación manual. Parte 1: Levantamiento y transporte (ISO 11228-1:2003, IDT).

ISO 11228-1:2021. Manipulación manual – Parte 1: Levantamiento y transporte.

ISO 14738. Safety of machine – Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery.

ISO TR 12295:2014. Ergonomía – Documento de aplicación de las normas ISO 11228-1, 11228-2, 11228-3 e ISO 11226, orientada a la identificación y estimación inicial del riesgo ergonómico.

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

https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INST RUMENT_ID:312272

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (1967b). Recomendación sobre el peso máximo, 1967 (núm. 128).

https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INST RUMENT_ID:312273

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2019). Estimaciones mundiales sobre salud y seguridad en el trabajo. Ginebra: OIT.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2023). Informe Mundial sobre Salud y Seguridad en el Trabajo. Ginebra: OIT.

Organización Internacional del Trabajo (OIT) & Organización Mundial de la Salud (OMS). (1950). Principios sobre la salud en el trabajo. Ginebra.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (1946). Constitución de la Organización Mundial de la Salud. Nueva York.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). Informe Mundial sobre Discapacidad. Ginebra: OMS.

Paracelso. (1534). Von der Bergsucht (Las enfermedades de los mineros). (Obra clásica citada).

Ramazzini, B. (1700). De morbis artificum diatriba (Tratado de las enfermedades de los artesanos). (Obra clásica citada).

Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, Nro. 255-2024.

Rescalvo, G. (2004). Seguridad y Salud en el Trabajo: conceptos, técnicas y organización. Editorial Díaz de Santos.



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **JOAO FABRICIO ESPINOZA SUBIA**, con C.C: # **0924927254** autora del trabajo de titulación: ***"Propuesta de rediseño ergonómico del puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos."***, previo a la obtención del título de **MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 21 de septiembre de 2026.

Nombre: **JOAO FABRICIO ESPINOZA SUBIA**

C.C: **0924927254**



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	"Propuesta de rediseño ergonómico del puesto de trabajo de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos."		
AUTOR(ES)	Joao Fabricio Espinoza Subía		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Lic. Andrea Ocaña Ocaña, Ph.D.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
UNIDAD / FACULTAD:	Subsistema de Posgrado		
MAESTRIA / ESPECIALIDAD:	Maestría en Seguridad y Salud en el Trabajo.		
GRADO OBTENIDO:	Magister en Seguridad y Salud en el Trabajo.		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	21 de septiembre de 2026	No. DE PÁGINAS:	84
ÁREAS TEMÁTICAS:	Salud Ocupacional, Ergonomía.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Ergonomía física, levantamiento manual de cargas, rediseño ergonómico, ISO/TR 12295:2014, ISO 11228-1:2021, normativa ecuatoriana.		

RESUMEN/ABSTRACT: El presente proyecto tiene como objetivo aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos durante la Maestría en Seguridad y Salud en el Trabajo, con énfasis en la ergonomía física asociada al levantamiento manual de cargas y posturas forzadas. El estudio se centra en el análisis ergonómico del puesto de estibador de producto terminado en la línea de producción de aditivos de la empresa Aditivos y Alimentos S.A. Adilisa organización ubicada en Guayaquil, Ecuador, con el fin de identificar factores de riesgo ergonómico, evaluar el nivel de exposición de los trabajadores y proponer alternativas de rediseño que permitan controlar dichos riesgos, mejorando así las condiciones laborales y previniendo posibles enfermedades ocupacionales tales como los trastornos musculoesqueléticos. Para ello, se aplicaron metodologías internacionalmente reconocidas, como la norma ISO/TR 12295:2014 para la identificación y estimación del riesgo ergonómico, y la norma ISO 11228-1:2021 para la evaluación específica del levantamiento manual de cargas. Los resultados evidenciaron una exposición significativa a factores de riesgo como cargas que superan los límites normativos, elevada frecuencia de manipulación, alturas de levantamiento inadecuadas y condiciones posturales desfavorables. A partir de estos hallazgos, se formularon propuestas de intervención ergonómica de tipo estructural, organizativo y formativo, incluyendo simulaciones prospectivas. Estas propuestas se sustentan en el marco legal ecuatoriano y en estándares internacionales. El proyecto constituye una propuesta técnica no implementada, desarrollada en el contexto académico de Magister en Seguridad y Salud en el Trabajo, avalado por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 98 339 5970	E-mail: joao.espinoza@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.	
	Teléfono: +593-4-3804600	
	E-mail: info@cu.ucsg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	