



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

MAESTRÍA EN SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL

TEMA:

**REDISEÑO ERGONÓMICO DE PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE
LLENAJE DE FUNDAS DE 25KG EN UNA EMPRESA QUE ELABORA
ALIMENTOS EN EL CANTÓN CAYAMBE**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial.

Autor

Ing. Luis Alberto Cualchi Cachipundo

Tutor

MSc. Ron Valenzuela Pablo Elicio

AMBATO – ECUADOR
2025

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

Yo Luis Alberto Cualchi Cachipundo, declaro ser autor del Trabajo Titulación con el nombre “REDISEÑO ERGONÓMICO DE PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25KG EN UNA EMPRESA QUE ELABORA ALIMENTOS EN EL CANTÓN CAYAMBE”, como requisito para optar al grado de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 23 días del mes de enero de 2025, firmo conforme:

Autor: Luis Alberto Cualchi Cachipundo

Firma:

Número de Cédula: 1716223969

Dirección: Pichincha, Cayambe, Cayambe, Barrio Mariana de Jesús

Correo Electrónico: siul-s@hotmail.com.

Teléfono: 0992675704

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “REDISEÑO ERGONÓMICO DE PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25KG EN UNA EMPRESA QUE ELABORA ALIMENTOS EN EL CANTÓN CAYAMBE” presentado por Luis Alberto Cualchi Cachipuendo, para optar por el Título de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial.

CERTIFICO

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

Ambato, 23 de enero de 2025.

.....
MSc. Ron Valenzuela Pablo Elicio

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

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

Ambato, 23 de enero de 2025

.....
Luis Alberto Cualchi Cachipundo
1716223969

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: REDISEÑO ERGONÓMICO DE PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25KG EN UNA EMPRESA QUE ELABORA ALIMENTOS EN EL CANTÓN CAYAMBE, previo a la obtención del Título de Magister en Seguridad, Salud e Higiene Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo Titulación.

Ambato, 23 de enero de 2025

.....

Ing. Patricio Eduardo Sánchez Díaz, MSc.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

.....

Psi. Ind. Juan Carlos Cabrera Cepeda, MSc.
VOCAL DE TRIBUNAL

.....

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela, MSc.
DIRECTOR

DEDICATORIA

Este objetivo alcanzado se lo dedico a Dios, por guiar mis pasos durante este arduo camino y lograr de manera exitosa llegar hasta aquí. Se lo dedico también a mis padres, esposa e hijos que han sido mi fortaleza, inspiración y gran apoyo, por darme esa energía para siempre seguir adelante. Gracias por ser la razón de siempre seguir adelante.

LUIS CUALCHI

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme salud y vida en este ciclo académico. Agradezco a mi familia por apoyarme, darme ánimos para seguir avanzando sin desmayar.

A mi tutor de Tesis un agradecimiento muy especial, ya que con su apoyo, conocimiento y experiencia me han ayudado exitosamente a finalizar este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO DIGITAL.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE IMÁGENES	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I	14
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO II	21
INGENIERÍA DEL PROYECTO	21
CAPÍTULO III.....	48
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	48
RESULTADOS ESPERADOS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA (OPCIÓN 4).....	80
MEDIDAS CORRECTIVAS RELIZADAS	84
CAPÍTULO V	86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
LITERATURA CITADA	89
ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de riesgos IPER GTC 45 del puesto de trabajo del operador de pulverización.....	31
Tabla 2. Reporte ergonómico del puesto de trabajo	32
Tabla 3 Molestias en zonas corporales de los trabajadores.	35
Tabla 4 Método a utilizar por medio de ponderación.....	36
Tabla 5 Valoración del índice de levantamiento.....	37
Tabla 6 Interpretación del Nivel de Riesgo según el Índice de Levantamiento (IL y ILC).....	38
Tabla 7 Parámetros para medición NIOSH actividad 1	40
Tabla 8 Resultados de los factores de NIOSH actividad 1.....	40
Tabla 9 Parámetros de factores NIOSH Actividad 2.....	42
Tabla 10 Resultados de los factores de NIOSH actividad 2.....	42
Tabla 11 Diferencias de resultados entre las dos actividades antes de la propuesta. ..	43
Tabla 12. Delimitación del área de estudio	45
Tabla 13. Criterios de calificación.....	56
Tabla 14. Criterios para calificación de factores	56
Tabla 15. Ventajas y Desventajas de las opciones evaluadas.....	57
Tabla 16. Determinación de alternativas con matriz de ponderación	58
Tabla 17. Determinación de alternativas con matriz de ponderación	59
Tabla 18 Cronograma de actividades.	66
Tabla 19 Cuantificación de costos directos.	66
Tabla 20 Parámetros de medición de factores después de la propuesta	82
Tabla 21. Cronograma de Actividades	82
Tabla 22. Diferencia de los resultados entre las 2 actividades	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Modelo Operativo	45
Gráfico 2. Jerarquización del control de riesgo	49
Gráfico 3. Jerarquización del control de riesgo	49
Gráfico 4. Gráfico para determinación de ventajas y desventajas	58
Gráfico 5.. Gráfico para determinación de alternativas	59

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación de la Empresa.....	21
Imagen 2. Elevador eléctrico móvil	52
Imagen 3. Elevador móvil de acero inoxidable.....	53
Imagen 4. Elevador móvil de alta frecuencia.....	54
Imagen 5. Brazo mecánico para voltear los sacos.....	55
Imagen 6. Brazo mecánico vista lateral	60
Imagen 7. Brazo mecánico vista superior	60
Imagen 8. Brazo mecánico vista lateral rodamientos	61
Imagen 9. Medida de brazo pequeño	61
Imagen 10. Medidas de brazo grande	62
Imagen 11. Medidas de accesorios.....	63
Imagen 12. Medidas de soporte principal	64
Imagen 13. Modelo de maquina cosedora de fundas DS-9C	65
Imagen 14. Máquina cosedora de fundas Instalada	69
Imagen 15. Manipulación de fundas en el proceso de llenado antes de la readecuación	70
Imagen 16. Manipulación de fundas para coser las fundas antes de la readecuación.	70
Imagen 17. Brazo mecánico para voltear fundas	71
Imagen 18. Formato para evaluación de peligros en cambios MOC	72
Imagen 19. Pruebas de Funcionamiento de brazo mecánico para voltear fundas.....	73
Imagen 20. Pruebas de Funcionamiento de cosedora de fundas.....	74
Imagen 21. Socialización a toda el área de producción sobre el funcionamiento.....	74
Imagen 22. Tolva de Llenaje que dosifica producto hasta su peso neto de 25kg.....	75
Imagen 23. Doble manual que realiza el operador	76
Imagen 24. Ingreso de la funda a la cosedora	76
Imagen 25. Funda cosida completamente luego de salir de la cosedora.....	77
Imagen 26. Funda ingresando a las guías del brazo.....	77
Imagen 27. Funda dentro del brazo en movimiento.....	78
Imagen 28. Funda virada con el movimiento de la banda transportadora.	78
Imagen 29. Lugar donde se realiza cada paso a paso.....	79

UNIVERSIDAD A INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
MAESTRÍA EN SEGURIDAD, SALUD E HIGIENE INDUSTRIAL

TEMA: REDISEÑO ERGONÓMICO DE PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25KG EN UNA EMPRESA QUE ELABORA ALIMENTOS EN EL CANTO CAYAMBE

AUTOR(A): Luis Alberto Cualchi Cachipuendo

TUTOR (A): MSc. Pablo Elicio Ron Valenzuela

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de integración curricular aborda la problemática de riesgos ergonómicos en el área de llenado de fundas de 25 kg en una empresa de alimentos en Cayambe, donde los trabajadores han reportado molestias musculoesqueléticas recurrentes debido a la manipulación manual de cargas pesadas. El objetivo principal es implementar un plan de mejora ergonómica que reduzca dichos riesgos, contribuyendo al bienestar y la seguridad laboral. La hipótesis plantea que el rediseño del puesto de trabajo mediante la incorporación de ayudas mecánicas disminuirá significativamente la incidencia de trastornos por manipulación manual de cargas. Para validar esta propuesta, se aplicó una metodología basada en la matriz de riesgos GTC 45 y la aplicación de la ecuación NIOSH para evaluar la carga física y determinar el nivel de riesgo ergonómico presente. Los principales resultados obtenidos demuestran un riesgo aceptable que el uso de un brazo mecánico y una cosedora fija para el sellado de fundas permite reducir el esfuerzo físico y la exposición al riesgo ergonómico, mejorando las condiciones laborales y reduciendo el índice de levantamiento por debajo de los niveles de riesgo aceptable. La conclusión destaca que la implementación de estos controles ergonómicos contribuye no solo a la salud y seguridad de los trabajadores, sino también a la eficiencia operativa, al reducir tiempos muertos y optimizar el flujo de trabajo en el área de producción.

DESCRIPTORES: Llenado de fundas, GTC45, NIOSH, rediseño de puestos, riesgos ergonómicos.

ABSTRACT

This curricular integration work addresses the problem of ergonomic risks in the area of filling 25 kg bags in a food company in Cayambe, where workers have reported recurring musculoskeletal discomfort due to manual handling of heavy loads. The main objective is to design and implement an ergonomic improvement plan that reduces these risks, contributing to well-being and occupational safety. The hypothesis states that the redesign of the work station by incorporating mechanical aids will significantly reduce the incidence of musculoskeletal disorders. To validate this proposal, a methodology based on the GTC 45 risk matrix and the NIOSH equation was applied to evaluate the physical load and determine the level of ergonomic risk present. The main results show that the use of a mechanical arm and a fixed stitcher for sealing bags allows reducing physical effort and exposure to ergonomic risk, improving working conditions and reducing the lifting rate below acceptable risk levels. The conclusion highlights that the implementation of these ergonomic controls contributes not only to the health and safety of workers, but also to operational efficiency, by reducing downtime and optimizing the workflow in the production area.

DESCRIPTORS: ergonomic risks, filling covers, redesign of workstations, NIOSH, GTC 45.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas de manufactura realizan muchas actividades en sus áreas de trabajo que implican levantamiento manual de cargas, posturas forzadas entre otras, que son muy comunes en su entorno laboral. Sin embargo, existen diversos problemas relacionados con la producción, que se ven afectados los trabajadores al no realizar correctamente estas actividades (Lee, Cho, Yun, & Lee, 2020). En este sentido, se ha identificado que elementos ergonómicos como el diseño de la oficina, la decoración, la iluminación, los niveles de ruido y el mobiliario afectan negativamente el rendimiento de los empleados, con un impacto estimado entre el 20 % y el 80 % (Avinante, Pasiona, & Tibayan, 2021). Destacando que, cuando se construye una estación de trabajo sin tener en cuenta las medidas antropométricas de los trabajadores, se genera un desajuste evidente entre las dimensiones del mobiliario y las proporciones del usuario, lo cual, junto con posturas inadecuadas, contribuye al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (TME) (Kibria, Parvez, Saha, & Talapatra, 2023).

La incidencia de TME es un problema principal de salud ocupacional y una de las principales causas de ausentismo laboral y disminución de la productividad (Colim, y otros, 2021). Además, se ha identificado que los TME son la cuarta causa principal de costos de salud a nivel mundial (D., A., M., N., & C., 2019). Los TME generalmente comienzan con sensaciones de fatiga, incomodidad o dolor en el sistema musculoesquelético y, si persisten, pueden afectar negativamente la salud general y el bienestar, el rendimiento y la productividad, y la calidad de vida, lo cual puede verse agravado por problemas psicológicos, como la depresión y el estrés laboral (Russo, y otros, 2020).

Las alteraciones o trastornos musculoesqueléticos (TME), son lesiones del sistema locomotor; 1710 millones de personas a nivel mundial presentan TME en la columna lumbar, considerado un problema de salud y la causa principal de ausentismo laboral. El TME que se presenta en la columna lumbar en un 82% al realizar actividades de carga física. Tienen mayor incidencia dentro de los TME sufridos por realizar actividades de carga física, siendo necesario promover prácticas ergonómicas

adecuadas para disminuir la presentación de estos trastornos. Con base en los principios ergonómicos que buscan optimizar la interacción entre el trabajador y su entorno laboral (Bortolini, Botti, Galizia, & Mora, 2023). Estos principios ergonómicos abarcan diversas modificaciones orientadas a la adaptación del entorno laboral a las características físicas y psicológicas de los empleados, con el fin de prevenir problemas de salud ocupacional, mejorar el confort y reducir el riesgo de desarrollar TME derivados de la realización de actividades repetitivas o posturas incómodas (Chia, 2024). En este sentido, la estación de trabajo es uno de los factores más importantes que afectan la postura de las personas mientras trabajan, por lo que, una de las principales tareas de los especialistas en ergonomía es rediseñarlas (Bai, Kamarudin, & Alli, 2024).

Sin embargo, hay que considerar que se debe tener una valoración para identificar las posibles afectaciones que puedan darse por TME, se debe emplear ciertos métodos como el método de la ecuación de Niosh que sirve para cuantificar los niveles de riesgo y determinar si las condiciones laborales actuales si son seguras o requieren mejoras. Esta ecuación consiste en calcular el índice de levantamiento que da una estimación relativa del nivel de riesgo asociado a una tarea o múltiples tareas de levantamiento de cargas. Hay que considerar que tiene ciertas limitaciones como caídas de sobre carga de imprevisto, deslizamientos entre otras. Niosh evalúa de manera objetiva el riesgo ergonómico y los resultados obtenidos que requieren implementar medidas preventivas y correctivas para reducir riesgos (Márquez Díaz, 2024).

El diseño de estaciones de trabajo ergonómicos implica distintos enfoques, tales como: 1) mejorar la calidad de la productividad, la vida laboral y la producción; 2) modificar los espacios de trabajo para facilitar y agilizar los servicios, junto con un mejor mantenimiento de las operaciones; 3) cambiar los métodos de trabajo, incluyendo la automatización y la asignación de tareas entre operador y máquina; 4) controlar factores físicos como el calor, el frío, el sonido, la vibración y la luz. Estos enfoques se aplican para aumentar la eficiencia, la productividad y la seguridad (Alipour, Daneshmandi, Fararuei, & Zamanian, 2021). Además, el rediseño ergonómico permite reducir errores humanos, el estrés y la fatiga, mejorar la comodidad del lugar de trabajo para los trabajadores y, en última instancia, la satisfacción laboral y la aceptación (Jajoo, Bhatbolan, & Bachagoudar, 2022). En este contexto, la ergonomía desempeña un papel

importante para mejorar la salud, la seguridad y la productividad en los lugares de trabajo (Edwards, Fortingo, & Franklin, 2024). Muchos estudios han enfatizado la utilización de programas de intervención postural y de estaciones de trabajo, algunos de los cuales han logrado reducir la ocurrencia y prevalencia de los síntomas de TME (J., C., A., & A., 2021).

Antecedentes

Entre los antecedentes de este estudio se encuentra la investigación realizada por (Avinante, Pasiona, & Tibayan, 2021) en la ciudad de San Pedro, Laguna, Singapur. La cual analizó las estaciones de trabajo desde un enfoque ergonómico en una empresa, concluyendo que aumentar la conciencia de los empleados sobre problemas ergonómicos, saber cómo ajustar la estación de trabajo para adaptarla a las necesidades de cada persona, practicar buenos hábitos laborales y seguir un proceso de mejora ergonómica en la organización puede incrementar el confort y la productividad en el entorno de trabajo. Colim et al. (Colim, Carneiro, Costa, Arezes, & Sousa, 2019) estudiaron una estación de ensamblaje de muebles donde la mayoría de los empleados estaban continuamente expuestos a factores de riesgo para trastornos musculoesqueléticos; rediseñaron las estaciones de trabajo considerando datos antropométricos de los empleados y, como resultado, mejoraron la postura corporal y eliminaron el riesgo de sufrir estos trastornos.

También se incluye el estudio de Realyvásquez et al. (Realyvásquez, y otros, 2020), el cual implementó un enfoque integrado de estandarización del trabajo y diseño ergonómico basado en datos antropométricos en el departamento de ensamblaje de cajas de una empresa de imprenta. Con este enfoque, se mejoraron las condiciones ergonómicas y se optimizó el proceso de trabajo, reduciendo movimientos ineficientes de los operadores de 230 a 78 y disminuyendo el tiempo estándar de ensamblaje de 244 a 199 segundos por caja. Estos cambios incrementaron la producción diaria en 229 unidades por línea y eliminaron la necesidad de horas extras, promoviendo tanto la sostenibilidad de la empresa como el bienestar de los empleados.

En el estudio de Parvaez et al. (Parvez, Rahman, & Tasnim, 2019) tuvo como objetivo realizar un rediseño ergonómico del mobiliario en aulas universitarias para reducir la incomodidad y prevenir los trastornos musculoesqueléticos (MSD) en estudiantes,

adaptando las dimensiones de sillas y escritorios a las medidas antropométricas de los usuarios. Para lo cual, se midieron 13 dimensiones antropométricas de 550 estudiantes y 11 dimensiones de dos tipos de mobiliario de aula (escritorio montado y silla con mesa). Estos datos se compararon para identificar posibles desajustes utilizando pruebas de chi-cuadrado para evaluar la relación entre las dimensiones antropométricas y las medidas del mobiliario. A partir de estos resultados, se realizó un rediseño ergonómico ajustando las dimensiones de los asientos y escritorios para optimizar la altura, profundidad y disposición del mobiliario de manera que se adapten mejor a las proporciones físicas de los estudiantes, el cual permitió una mejor adaptación del mobiliario a la anatomía de los estudiantes, reduciendo la incomodidad y el riesgo de MSD.

Así mismo, se tiene el estudio de Abate (Abate, 2022) el cual tuvo como objetivo evaluar las estaciones de trabajo de costura y analizando la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo y los factores de riesgo asociados para los operadores ubicada en Tijuana, México. Se aplicaron los métodos de Evaluación Rápida del Cuerpo Completo (REBA) e Índice de Tensión Laboral (JSI) para evaluar los niveles de riesgo causados por la carga postural y los movimientos repetitivos antes y después de rediseñar las estaciones. Para el rediseño de las estaciones, se realizó un estudio antropométrico de los trabajadores. Los resultados muestran que, con el diseño de la nueva estación de prensa, el nivel de riesgo causado por la carga postural se reduce de 10 (alto) a 1 (negligible), mientras que el nivel de riesgo causado por movimientos repetitivos se reduce de 13.5 (alto) a 1 (bajo). En el caso de la estación de empaque, el nivel de riesgo causado por la carga postural se redujo de 9 a 2, mientras que el nivel de riesgo causado por movimientos repetitivos se mantuvo en 3. Se puede concluir que la correcta aplicación de diversas herramientas ergonómicas permite eliminar varios factores de riesgo.

Alipour et al. (Alipour, Daneshmandi, Fararuei, & Zamanian, 2021) desarrollo un estudio que tuvo como objetivo evaluar el diseño ergonómico de estaciones de trabajo de ensamblaje manual en industrias electrónicas de Shiraz, utilizando el Modelado Humano Digital (DHM) y la técnica de Evaluación Rápida de las Extremidades Superiores (RULA) con el sensor Kinect. Los resultados revelaron que la mayoría de las estaciones carecían de principios ergonómicos adecuados, lo que contribuye a una

alta prevalencia de síntomas musculoesqueléticos entre los trabajadores debido a posturas estáticas e incómodas. La implementación de un diseño ergonómico con DHM mostró ser efectiva para mejorar estas posturas, destacando la necesidad de intervenciones ergonómicas específicas en este tipo de estaciones de trabajo.

Justificación

La presente investigación tiene como fin el rediseño ergonómico de dos puestos laborales en el sector del llenado de fundas de 25 kg mediante la introducción de un dispositivo mecánico para disminuir el nivel de riesgo asociado. La relevancia de este estudio reside en la necesidad de mejorar las condiciones laborales del personal que se ve expuesto a altos riesgos de padecer TME y otras lesiones derivadas del manejo repetitivo de cargas pesadas debido a las exigencias físicas inherentes a sus labores diarias. Con lo cual, se espera no solo beneficiar la salud y seguridad de los trabajadores, sino que también ayudar a aumentar la eficiencia y productividad de la empresa al reducir las ausencias y mejorar la satisfacción en el trabajo.

Con respecto al impacto del presente estudio, se considera elevado, dado que los hallazgos del mismo, pueden influir directamente en la calidad física y mental de los trabajadores en el sector de llenado de sacos. Al reducir los riesgos asociados al adoptar posturas forzadas y realizar movimientos repetidos que causan fatiga física excesiva se puede mejorar la calidad de vida de los empleados aliviando molestias como dolores musculares y estrés. Además, también resulta beneficiada la empresa al disminuir los gastos relacionados con los accidentes laborales, aumentar la eficiencia en la gestión y fortalecer su dedicación a la protección y el bienestar de su equipo de trabajo.

La importancia de esta investigación, se centra en el desarrollo de una propuesta de mejora basada en los principios ergonómicos para el sector de llenado y manipulación de carga, lo cual contribuirá a la adopción de prácticas laborales seguras y sostenibles. Destacando que, la introducción de una asistencia mecánica no solo disminuirá los

peligros de lesiones, sino que también mejorará el proceso de llenado haciéndolo más rápido y eficaz.

Los principales beneficiarios de este estudio son los trabajadores que se desempeñan en el área de llenado de fundas de 25 kg; sus condiciones laborales y su bienestar podrían mejorar sustancialmente mediante la reconfiguración ergonómica de sus puestos de trabajo. Además, la empresa experimentará beneficios como una mayor eficiencia en la producción y una reducción de los gastos relacionados a la seguridad laboral y las ausencias por enfermedad. Los hallazgos también resultarán valiosos para las autoridades encargadas de la salud y seguridad laboral, así como para otras organizaciones interesadas en implementar medidas preventivas en entornos similares.

La viabilidad de este proyecto se basa en la existencia de recursos técnicos y científicos disponibles y en la utilización de herramientas de diseño ergonómico y dispositivos de asistencia mecánica accesibles. También es fundamental la colaboración de la empresa y el compromiso para mejorar las condiciones laborales; estos aspectos son determinantes para llevar a cabo esta investigación de forma exitosa.

Objetivo General

Rediseñar ergonómicamente los puestos de trabajo en el área de llenado de fundas de 25kg, mediante la implementación de una ayuda mecánica reduciendo el nivel de riesgo.

Objetivos Específicos

- Identificar y estimar los factores de riesgo ergonómico a los que se exponen los trabajadores del área de llenado de fundas de 25 kg, mediante la aplicación de la matriz GTC 45 determinando el nivel de riesgo estimado.
- Determinar el nivel de riesgo ergonómico al que se encuentran expuestos los trabajadores en el área de llenado de fundas de 25 kg con la aplicación de metodologías para evaluaciones ergonómicas validando algún posible trastorno musculoesquelético.

- Proponer una ayuda mecánica mediante el cálculo y selección de elementos constitutivos permitiendo la reducción del nivel de riesgo ergonómico en el puesto de trabajo.
- Implementar la ayuda mecánica para el llenado de fundas de 25 kg y el rediseño del puesto de trabajo contribuyendo al bienestar y salud de los trabajadores

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

En la empresa de alimentos ubicada en la ciudad de Cayambe (imagen 1), donde parte de su proceso productivo se encuentra el área de leche el polvo, en la cual existen áreas internas donde actualmente se realiza manipulación manual de cargas en el llenado de fundas industriales de 25 kg.

Se seleccionó esta área para el estudio ya que es el área operativa de la empresa donde se trabaja con maquinaria y posturas forzadas por las actividades que se realizan y se ha evidenciado a lo largo de dos periodos consecutivos accidentes laborales. Ante esta situación, se planteó llevar a cabo un análisis detallado de las actividades laborales en esta zona con el objetivo de identificar las posibles causas que han provocado dichos malestares en los empleados.

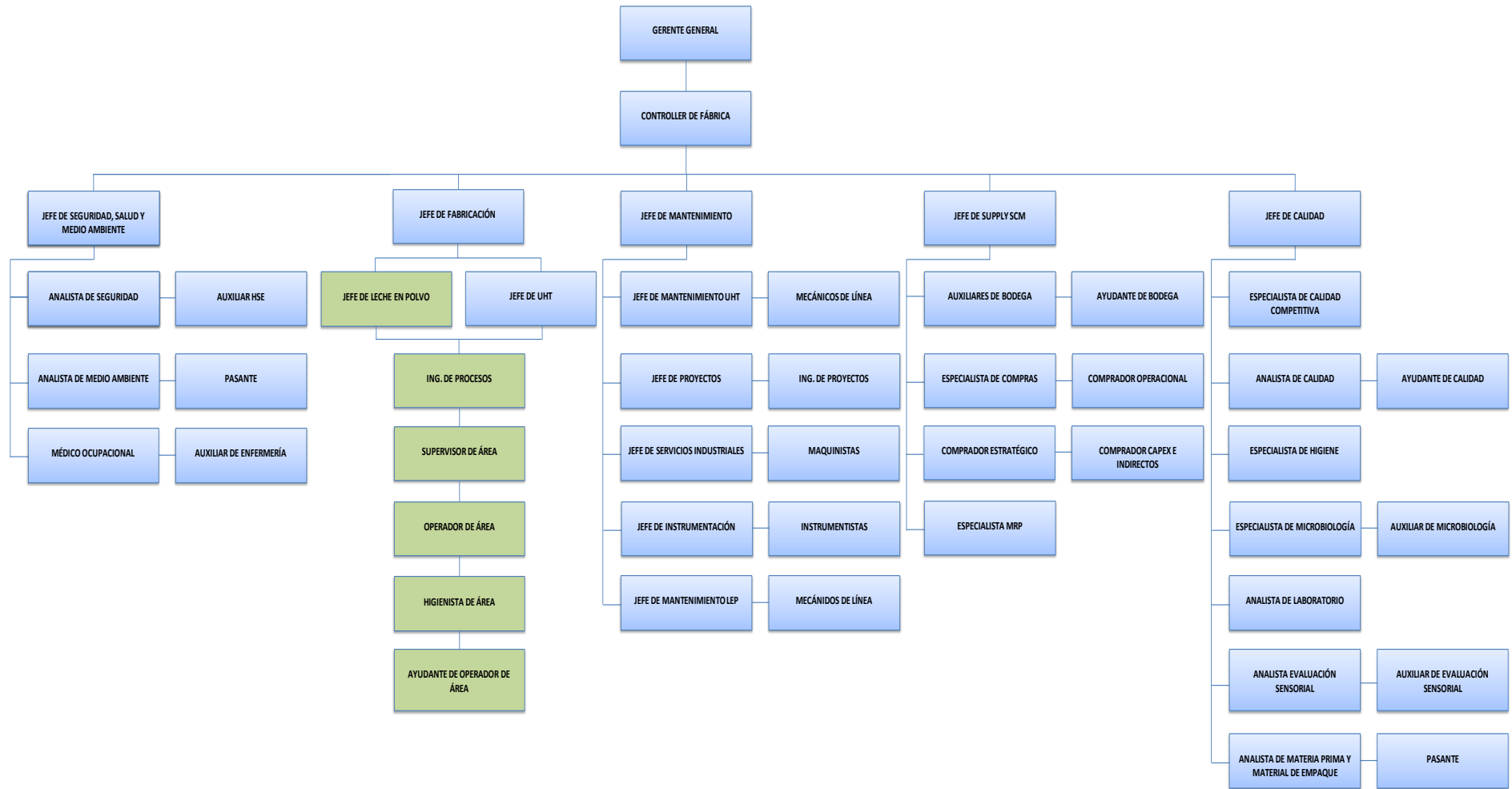


Imagen 1. Ubicación de la Empresa

Fuente: Google Maps, 2024

Dentro de la empresa existe un esquema estructural de la jerarquía interna de los puestos de trabajo tanto del área administrativa como área operativa, la misma que se tomara como objeto de estudio para el presente proyecto. La figura 1 muestra el organigrama funcional de manera secuencial que permite llevar la ejecución de las actividades en los trabajos de enfunde de leche en polvo.

Figura 1 Organigrama de la empresa



A continuación, se detalla las actividades que realizan en el área operativa ya que es el área que se realizara la evaluación y aplicación de mejora.

Departamento de Seguridad y Medio Ambiente:

Conformado por analista de seguridad, analista de medio ambiente y medico ocupacional. Este departamento es responsable de asegurar que la empresa cumpla con todas las normativas relacionadas con la seguridad laboral y la protección del medio ambiente. Sus principales actividades incluyen:

- **Seguridad laboral:** Desarrollar y aplicar políticas de seguridad para proteger a los empleados de accidentes laborales. Esto incluye la capacitación en el uso de equipos de protección, procedimientos de emergencia y protocolos de seguridad en el lugar de trabajo.
- **Gestión de residuos:** Controlar y gestionar los residuos generados en el proceso de producción, asegurándose de que sean eliminados correctamente y de acuerdo con las regulaciones medioambientales locales.
- **Control de emisiones:** Implementar medidas para reducir la emisión de contaminantes en el aire, agua y suelo, conforme a las normativas ambientales vigentes.
- **Auditorías y certificaciones:** Realizar auditorías internas y externas para garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente, y gestionar las certificaciones correspondientes.
- **Prevención de riesgos:** Realizar estudios de riesgos laborales y ambientales, y tomar medidas preventivas para minimizar cualquier posible impacto negativo.

Jefe de Producción de Leche en Polvo

Conformado por jefe de leche en polvo, jefe de UHT, ingeniero de procesos, supervisor de área, operador de área, higienista de área y ayudante de operador de área. El jefe de producción se encarga de supervisar todas las actividades relacionadas con la fabricación de la leche en polvo. Sus tareas incluyen:

- **Gestión de la producción:** Planificar, coordinar y supervisar las operaciones de producción, asegurando que la leche en polvo se produzca de acuerdo con los estándares de calidad y los tiempos establecidos.
- **Control de inventarios:** Supervisar la disponibilidad de materia prima (leche líquida, ingredientes adicionales, etc.) y gestionar la producción en función de la demanda y las existencias.
- **Optimización de procesos:** Buscar constantemente formas de mejorar la eficiencia de los procesos de producción, reducir el desperdicio y mejorar los costos de producción.
- **Cumplimiento de normas:** Asegurarse de que todos los procedimientos de producción se realicen de acuerdo con las normativas de calidad, seguridad e higiene alimentaria.
- **Mantenimiento de equipos:** Colaborar con el departamento de mantenimiento para asegurar que los equipos de producción estén en buen estado de funcionamiento.

Operador de área

- **Llenado, pesaje y cosido de fundas de leche en polvo de 25 kg:** el operador encargado de enfundar leche en polvo realiza una serie de tareas físicas y técnicas que involucran posturas forzadas y movimientos repetitivos. En primer lugar, toma una funda de papel, la coloca en la tolva que alimenta la máquina de envasado, asegurándose de que quede correctamente posicionada. Procede a cargar la funda hacia una banda transportadora, lo que requiere de movimientos de flexión y estiramiento, además de un manejo constante de la funda para garantizar que se traslade de manera eficiente. Posteriormente, el operador toma la máquina para coser la funda de papel, lo cual involucra movimientos repetitivos de agarre y manejo de la máquina, en una postura frecuentemente inclinada o encorvada. Desmontaje de piezas: desmontaje de tapas de post secador y enfriador, limpieza de tolvas de finos y separadores y limpieza de diamantes en terraza Egrón .
- **Limpieza de áreas y quipos:** en esta actividad los operadores deben realizar la limpieza de áreas internas y externas de los equipos, realizan un manejo de retrabajo y alimento animal.

- **Operación Egrón:** Realizan la limpieza de equipos externos, llenado y vaciado de totes, prueba de detector de CO y cambio de empaques.

Jefe de Mantenimiento

El jefe de mantenimiento es responsable de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos y maquinaria de la planta. Sus principales actividades incluyen:

- **Mantenimiento preventivo y correctivo:** Desarrollar y ejecutar planes de mantenimiento preventivo para evitar fallos en los equipos y maquinaria, así como realizar las reparaciones necesarias cuando surjan fallos.
- **Gestión de repuestos:** Asegurarse de que haya disponibilidad de repuestos y materiales para la reparación de equipos, evitando paradas innecesarias en la producción.
- **Optimización de equipos:** Evaluar y recomendar la compra de nuevos equipos o la mejora de los existentes para asegurar la eficiencia y seguridad en el proceso de producción.
- **Seguridad de equipos:** Supervisar que los equipos estén operando dentro de los parámetros seguros, y garantizar que se cumplan las normativas de seguridad laboral durante las reparaciones.

Jefe de Supply Chain (SCM)

El jefe de Supply Chain (Cadena de Suministro) es responsable de gestionar todos los procesos relacionados con la adquisición de insumos y la distribución de productos. Entre sus actividades destacan:

- **Gestión de proveedores:** Negociar con proveedores para asegurar la calidad, precio y disponibilidad de los insumos necesarios para la producción (como leche líquida, ingredientes adicionales, empaques, etc.).
- **Planificación de la demanda y la oferta:** Coordinar con los departamentos de ventas y producción para planificar la cantidad de materia prima y productos acabados que se deben adquirir y distribuir, en función de las proyecciones de demanda.
- **Logística y transporte:** Gestionar la logística de recepción de materia prima y distribución de productos acabados, asegurándose de que lleguen a tiempo y en condiciones adecuadas.

- **Gestión de inventarios:** Asegurar que los inventarios estén optimizados, evitando tanto la escasez de insumos como el exceso de productos que no se puedan vender.
- **Control de costos:** Buscar alternativas para optimizar los costos asociados con la cadena de suministro sin comprometer la calidad de los productos.

Jefe de Calidad

El jefe de calidad es el encargado de velar por el cumplimiento de los estándares de calidad en todos los procesos de la empresa, desde la recepción de materias primas hasta la distribución del producto final. Sus actividades incluyen:

- **Control de calidad:** Supervisar y garantizar que todos los productos cumplan con los requisitos de calidad establecidos, realizando análisis de las muestras de leche en polvo en cada etapa del proceso de producción.
- **Implementación de normativas:** Asegurar el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales sobre la calidad de los productos alimenticios, como la ISO 9001, HACCP, entre otras.
- **Auditorías de calidad:** Realizar auditorías internas y colaborar en las auditorías externas, para evaluar la conformidad con los estándares de calidad.
- **Investigación y desarrollo (I+D):** Colaborar en la mejora de productos y procesos mediante la investigación y desarrollo de nuevas formulaciones, mejores procesos de producción, y la incorporación de nuevas tecnologías.
- **Gestión de no conformidades:** Gestionar las no conformidades, implementar acciones correctivas y preventivas, y coordinar la capacitación continua del personal en temas de calidad.

Materiales y métodos

El área de producción de enfundado de la leche en polvo está conformada por 9 trabajadores operativos, los cuales se encuentran distribuidos en realizar el llenado, pesaje y cosido de las fundas de leche en polvo de 25 kg y la movilización de sacos a las colas del fin de producción, limpieza de quipos externa e interna y por lo tanto, como es una población pequeña se toma el mismo número para realizar el cálculo de

muestreo. La población a evaluar está constituida por trabajadores que tienen entre 20 a 40 años de edad.

Identificación de factores de riesgos en los procesos operativos del enfundado de la leche en polvo

Para la evaluación ergonómica de las actividades de trabajado del área operativa, es necesario iniciar con la identificación de factores de riesgo a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores que interviene en los procesos de llenado, enfundado, cosido, limpieza interna y externa de equipos, por medio de la matriz de identificación de peligros y riesgos (GTC 45)

Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER GTC45)

En el presente estudio, para estimar los riesgos, se utilizó la matriz de riesgos IPER GTC45, la cual es una herramienta que permite recolectar información dentro de una organización o empresa con el fin de identificar peligros, poder valorarlos y determinar el nivel de riesgos.

La Matriz GTC 45 es una herramienta clave en la identificación y estimación de riesgos ergonómicos en los entornos laborales. Su importancia radica en su capacidad para proporcionar un enfoque sistemático y estructurado para analizar los factores que pueden afectar la salud y el bienestar de los trabajadores debido a la ergonomía deficiente en el lugar de trabajo. A continuación, te explico cómo y por qué es fundamental utilizar esta matriz en la identificación de riesgos ergonómicos:

Identificación Sistemática de Riesgos

La matriz GTC 45 permite identificar los riesgos ergonómicos de manera estructurada y objetiva, ayudando a detectar las tareas o actividades que pueden generar trastornos musculoesqueléticos o fatiga en los empleados. Esto incluye la identificación y estimación de factores como la postura, los movimientos repetitivos, la manipulación de cargas y la disposición de las herramientas y equipos.

Evaluación Cuantitativa de Riesgos

Esta herramienta clasifica los factores de riesgos ergonómicos en función de la probabilidad de que ocurran y la gravedad de sus consecuencias. De esta manera, la matriz permite priorizar las áreas con mayor riesgo para tomar decisiones informadas sobre las intervenciones necesarias. Cuanto más alta es la probabilidad y la gravedad de un riesgo, más urgente es implementar medidas correctivas.

Prevención de Trastornos Musculoesqueléticos

El uso de la matriz GTC 45 ayuda a identificar actividades que pueden llevar al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos, tales como dolores de espalda, que son comunes en trabajos con posturas forzadas y movimientos repetitivos. Al identificar estos factores de riesgos, la empresa puede implementar medidas para prevenir dichas lesiones, mejorando la salud y seguridad de los empleados.

Mejora de Condiciones de Trabajo

Una correcta identificación de los factores de riesgos ergonómicos con la matriz GTC 45 también facilita la mejora de las condiciones laborales, optimizando la disposición de los puestos de trabajo, ajustando la altura de las superficies de trabajo, mejorando la postura y reduciendo el esfuerzo físico necesario para realizar tareas específicas. Esto contribuye a aumentar el bienestar de los trabajadores, lo que puede traducirse en una mayor productividad y menor ausentismo por problemas de salud.

Cumplimiento Normativo

En muchos países, las normativas laborales requieren que las empresas implementen medidas de seguridad para proteger la salud de los trabajadores frente a riesgos ergonómicos. La matriz GTC 45 ayuda a las organizaciones a cumplir con estas regulaciones, proporcionando una herramienta confiable para la identificación y evaluación de los factores de riesgos ergonómicos, lo que puede ser crucial durante auditorías de seguridad o inspecciones laborales.

Facilita la Implementación de Medidas Correctivas

Una vez que los factores de riesgos ergonómicos han sido identificados y evaluados, la matriz GTC 45 permite a los responsables de la seguridad y salud ocupacional diseñar medidas correctivas específicas y adecuadas para cada tipo de riesgo. Esto incluye la modificación de los puestos de trabajo, la capacitación en técnicas de levantamiento o la provisión de equipos de protección adecuados, entre otros.

Esta herramienta es muy utilizada ya que se puede adicionalmente detallar procesos, actividades o tareas en el puesto de trabajo, cuantificar las personas expuestas, con qué tipo de factor de riesgo se encuentra relacionado los diferentes peligros y/o riesgos en el área de trabajo, se puede cuantificar el nivel de riesgos posterior a una verificación de controles ya establecidos en la fuente, medio y receptor para identificar su eficiencia a los controles existentes e nuevos controles ante el riesgo residual presente (ICONTEC, 2012).

Tabla 1. Matriz de riesgos IPER GTC 45 del puesto de trabajo del operador de pulverización

PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TAREAS	EXPUESOTOS				PELIGRO		EFECTOS POSIBLES EN LA SALUD	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO				VALORACIÓN DEL RIESGO				
					NUMERO SIN VO	VINCULADOS	COOPERATIVAS	COOPERATIVAS - SUBORDINADAS	TOTAL	DESCRIPCIÓN		CLASIFICACIÓN	FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA	NIVEL DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE PROBABILIDAD DE OCURRIR UN SUCCESO	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO (NR) + INTERFERENCIA	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO (NR)	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	
PULVERIZACIÓN LECHE EN POLVO	OPERADOR DE PULVERIZACIÓN / OPERADOR DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25 KG	LECHE EN POLVO	OPERACIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO	Llenado, pesaje y cosido de fundas de leche en polvo de 25 Kg.	SI	9			9	Levantamiento Manual de carga	Factor de Riesgo Ergonómico				Terapia física preventiva. Control médico anual	2	3	6	Medio	60	360	II Corregir y adoptar medidas de control inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de consecuencia está por encima de 60.	No Aceptable
PULVERIZACIÓN LECHE EN POLVO	OPERADOR DE PULVERIZACIÓN / OPERADOR DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25 KG	LECHE EN POLVO	OPERACIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO	Llenado, pesaje y cosido de fundas de leche en polvo de 25 Kg.	SI	9			9	Levantamiento Manual de carga Postura forzada	Factor de Riesgo Ergonómico				Terapia física preventiva. Control médico anual	2	3	6	Medio	60	360	II Corregir y adoptar medidas de control inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de consecuencia está por encima de 60.	No Aceptable
PULVERIZACIÓN LECHE EN POLVO	OPERADOR DE PULVERIZACIÓN / OPERADOR DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25 KG	LECHE EN POLVO	OPERACIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO	Limpieza de áreas y equipos: Manejo de retrabajo y alimento animal (barredura) Finalización de producto: Movilización de sacos de 25 kg de colas de fin de producción	SI	9			9	Exposición prolongada a temperaturas elevadas ambientales	Factor de Riesgo Físico				Ropa ligera 100 % de algodón para el área. Hidratación	2	2	4	Bajo	25	100	III Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Aceptable
PULVERIZACIÓN LECHE EN POLVO	OPERADOR DE PULVERIZACIÓN / OPERADOR DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25 KG	LECHE EN POLVO	OPERACIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO	Limpieza de áreas y equipos: Manejo de retrabajo y alimento animal (barredura) Finalización de producto: Movilización de sacos de 25 kg de colas de fin de producción	SI	9			9	Conexiones y cables eléctricos inadecuados (con tensión)	Factor de Riesgo Físico				Equipos conectados a tierra. Señalización	2	2	4	Bajo	10	40	III Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Aceptable
PULVERIZACIÓN LECHE EN POLVO	OPERADOR DE PULVERIZACIÓN / OPERADOR DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25 KG	LECHE EN POLVO	OPERACIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO	Limpieza de áreas y equipos: Manejo de retrabajo y alimento animal (barredura) Finalización de producto: Movilización de sacos de 25 kg de colas de fin de producción	SI	9			9	Uso de herramientas manuales (inapropiados o en mal estado)	Factor de Riesgo Mecánico				Inspección de herramientas	2	1	2	Bajo	10	20	IV Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es tolerable.	Aceptable
PULVERIZACIÓN LECHE EN POLVO	OPERADOR DE PULVERIZACIÓN / OPERADOR DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25 KG	LECHE EN POLVO	OPERACIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO	Operación Egrón Limpieza de áreas extemar equipos Llenado de totes Vaciado de totes Pruebas del detector de CO Cambio de Empaques	SI	9			9	Pisos lisos, leche en polvo en el piso	Factor de Riesgo Mecánico				Señalización	2	2	4	Bajo	25	100	III Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Aceptable
PULVERIZACIÓN LECHE EN POLVO	OPERADOR DE PULVERIZACIÓN / OPERADOR DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25 KG	LECHE EN POLVO	OPERACIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO	Operación Egrón Limpieza de áreas extemar equipos Llenado de totes Vaciado de totes Pruebas del detector de CO Cambio de Empaques	SI	9			9	Falta de orden y aseo (caídas a nivel y diferente nivel)	Factor de Riesgo mecánico				Aplicar 5S, orden y limpieza. Señalización	2	2	4	Bajo	10	40	III Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Aceptable
PULVERIZACIÓN LECHE EN POLVO	OPERADOR DE PULVERIZACIÓN / OPERADOR DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25 KG	LECHE EN POLVO	OPERACIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO	Operación Egrón Limpieza de áreas extemar equipos Llenado de totes Vaciado de totes Pruebas del detector de CO Cambio de Empaques	SI	9			9	Ondas provocadas por inductor magnético de calentamiento	Factor de Riesgo Físico				Señalización áreas clasificadas. Valoración médica	2	2	4	Bajo	25	100	III Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Aceptable
PULVERIZACIÓN LECHE EN POLVO	OPERADOR DE PULVERIZACIÓN / OPERADOR DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25 KG	OFICINAS	VENTAS, PLANIFICACIÓN, COORDINACIÓN	Limpieza de Tola de finos y separadores	SI	9			9	Trabajo en altura limpieza de tola y separadores a 1.50 m	Factor de Riesgo mecánico				Equipos de altura. Validación de aptitud física del personal ejecutante entrenamiento en altura al personal	2	2	4	Bajo	25	100	III Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Aceptable
PULVERIZACIÓN LECHE EN POLVO	OPERADOR DE PULVERIZACIÓN / OPERADOR DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25 KG	OFICINAS	VENTAS, PLANIFICACIÓN, COORDINACIÓN	Desmontaje de tapas de post secador y enfriador	SI	9			9	Caída a distinto nivel de equipos y materiales	Factor de Riesgo mecánico				Instalacion del balanceador. Entrenamiento III de limpieza	2	2	4	Bajo	25	100	III Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Aceptable
PULVERIZACIÓN LECHE EN POLVO	OPERADOR DE PULVERIZACIÓN / OPERADOR DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25 KG	OFICINAS	VENTAS, PLANIFICACIÓN, COORDINACIÓN	Limpieza de áreas extemar equipos e interna	SI	9			9	Manejo de alcohol en limpiezas equipos	Factor de Riesgo Químico				Uso de guantes	2	2	4	Bajo	10	40	III Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Aceptable
PULVERIZACIÓN LECHE EN POLVO	OPERADOR DE PULVERIZACIÓN / OPERADOR DE LLENAJE DE FUNDAS DE 25 KG	OFICINAS	VENTAS, PLANIFICACIÓN, COORDINACIÓN	Limpieza de Diamantes en Terraza Egrón	SI	9			9	Pisos irregular y gradas	Factor de Riesgo Mecánico				Pasamanos y barandas. Señalización	2	2	4	Bajo	10	40	III Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.	Aceptable

Los resultados obtenidos de la evaluación revelan que existe riesgo ergonómico en la actividad por manipulación manual de cargas al momento de virar las fundas industriales de 25kg y en la actividad anterior cuando se utiliza una cosedora manual para sellar las fundas. A continuación, se presenta el reporte interno del área médica sobre la evaluación ergonómica realizada

Resultados de la evaluación a los puestos de trabajo con la Matriz IPER GTC 45

Los resultados obtenidos en las actividades de operación de equipos de proceso, con las tareas de llenado, pesaje y cosido de fundas de leche en polvo da un nivel de riesgo de “360” lo cual es “No aceptable” en la aceptabilidad de riesgo, se debe corregir y adoptar medidas de control inmediato, y suspender las actividades de nivel de consecuencia si está por encima de 60, en este caso se encuentra en 60 puntos.

Tabla 2. Reporte ergonómico del puesto de trabajo por el médico de la empresa

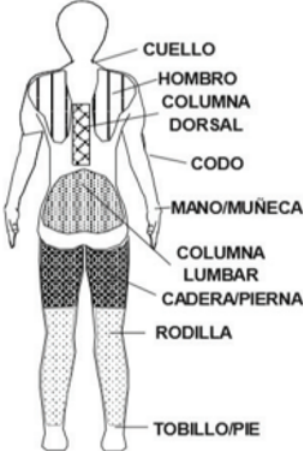
Turno	Área	Referencia	Puesto o actividad de trabajo	# trabajadores
18:00 a 02:00	LEP	Llenaje de 25 Kg	Operador de llenaje de FUNDAS DE 25 KG	1 por turno
Descripción de actividades: <ul style="list-style-type: none"> - Sellar y coser las fundas con cosedora manual portátil (8 Kg) - Tomar el producto fundas de leche de 25 Kg de la banda transportadora y colocarla en el piso para luego colocarla en otra banda transportadora - Limpiar las fundas, sacar el aire. - Realizan la misma actividad 480 fundas por turno 				

Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Cuestionario nórdico de Kuorinka

El cuestionario nórdico de Kuorinka es una herramienta que se usa para detectar y analizar síntomas musculoesqueléticos, por medio de un cuestionario a los colaboradores de la empresa, se toma información sobre qué puntos del cuerpo han sido afectados o tienen molestias al momento de ejercer sus actividades.

CUESTIONARIO ACERCA DE PROBLEMAS EN LOS ORGANOS DE LA LOCOMOCIÓN				
Fecha consulta: 15/02/2024	Sexo: F <input type="checkbox"/> M <input checked="" type="checkbox"/>	Año nacimiento: 1985	Peso: 70 kg	Talla: 40
¿Cuánto tiempo lleva realizando el mismo tipo de trabajo? Años: 10 Meses: 8				
En promedio, ¿cuántas horas a la semana trabaja? Horas: 40				
PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR				
Para ser respondido por todos				
¿En algún momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, discomfort) en:				
Cuello	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>		
Hombro	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>	Izq. <input type="checkbox"/>	Der. <input type="checkbox"/>
Codo	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>	Izq. <input type="checkbox"/>	Der. <input type="checkbox"/>
Muñeca	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>	Izq. <input type="checkbox"/>	Der. <input type="checkbox"/>
Espalda alta (región dorsal)	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>		
Espalda baja (región lumbar)	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>		
Una o ambas caderas / piernas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
Una o ambas rodillas	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		
Uno o ambos tobillos / pies	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>		



PROBLEMAS EN EL APARATO LOCOMOTOR				
Para ser respondido solo por aquellos que han presentado problemas durante los últimos 12 meses				
¿En algún momento durante los últimos 12 meses ha tenido impedimento para hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) debido a sus molestias?			¿Ha tenido problemas en cualquier momento de estos últimos 7 días?	
CUELLO	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>
HOMBRE	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>
CODO	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>
MUÑECA	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>
ESPALDA (RD)	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>
ESPALDA (RL)	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Si <input checked="" type="checkbox"/>
PIERNAS	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
RODILLAS	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
TOBILLOS / PIES	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>

PROBLEMAS EN LA COLUMNA LUMBAR (Espalda baja)	
1. ¿Alguna vez ha tenido problemas en la parte baja de la espalda (molestias, dolor o disconfort)?	No <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/>
Si respondió "NO" a la pregunta 1, entonces NO responda las preguntas 2 a la 8	
2. ¿Ha sido hospitalizado por problemas en la parte baja de la espalda?	No <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
3. ¿Alguna vez ha tenido que cambiar de trabajo o deberes debido a problemas en la espalda baja?	No <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
4. ¿Cuál es el tiempo total que ha tenido problemas en la espalda baja durante los últimos 12 meses?	0 días <input type="checkbox"/> 1 - 7 días <input type="checkbox"/> 8 - 30 días <input checked="" type="checkbox"/> Más de 30 días <input type="checkbox"/> Todos los días <input type="checkbox"/>
Si usted respondió "0 días" en la pregunta 4, entonces NO responda las preguntas 5 a la 8	
5. ¿Los problemas de la parte baja de la espalda le han hecho reducir su actividad durante los últimos 12 meses? a) ¿Actividad laboral (en casa o fuera de casa)? b) ¿Actividad de ocio?	No <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>
6. ¿Cuál es el tiempo total que los problemas de espalda baja le han impedido hacer su trabajo normal (en casa o fuera de casa) durante los últimos 12 meses?	0 días <input type="checkbox"/> 1 - 7 días <input checked="" type="checkbox"/> 8 - 30 días <input type="checkbox"/> Más de 30 días <input type="checkbox"/>
7. ¿Ha sido atendido por un médico, fisioterapeuta u otra persona por problemas en la parte baja de la espalda durante los últimos 12 meses?	No <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/>
8. ¿Ha tenido problemas de espalda baja en algún momento durante los últimos 7 días?	No <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/>

Figura 2 Cuestionario nórdico Kuorinka

Elaborado por: (ISPCH, 2023)

Como se puede observar en la figura 2, es una de las principales preguntas donde el operador muestra en que parte de su cuerpo tiene molestias al momento de realizar las actividades de su área. Las ventajas de utilizar el cuestionario nórdico para el análisis ergonómico, permite estandarizar la pesquisa de sintomatología musculoesquelética, genera la identificación rápida de los sistemas musculoesqueléticos, previene riesgos ergonómicos y detecta molestias, dolor o incomodidad en distintas zonas corporales, se realizó el cuestionario a los 9 trabajadores de las actividades de llenado y empaquetado de leche en polvo, la misma que fue aplicada bajo el consentimiento de cada trabajador y guiada por el investigador

Tabla 3 Molestias en zonas corporales de los trabajadores.

Área corporal		Operador de llenado y empacado de fundas de 25 kg	Porcentaje
Extremidades superiores	Cuello	5	56%
	Hombro	7	78%
	Codo	6	67%
	Muñeca	7	78%
Torso	Espalda alta (región dorsal)	7	78%
	Espalda baja (región lumbar)	8	89%
Extremidades inferiores	Una o ambas caderas/piernas	3	33%
	Una o ambas rodillas	1	11%
	Uno o ambos tobillos/pies	0	0%

En la tabla 3 se muestra los resultados de acuerdo con la entrevista que se realizaron a los 9 trabajadores, e indican que la molestia existe en las extremidades superiores y torso, el 89% de los trabajadores tienen molestias en la zona de la espalda baja y el 78% en hombros, muñeca y espalda alta que es la región dorsal debido al levantamiento de cargas, por lo tanto es necesario realizar una evaluación ergonómica aplicando herramientas que permitan obtener resultados sobre la gravedad de la afección ergonómica para poder aplicar mejoras en el rediseño de las actividades de los trabajadores.

Selección de metodología ergonómica

Para la selección de la metodología se realizó una ponderación con las herramientas más utilizadas para una evaluación ergonómica con afecciones de extremidades superiores y torso debido a levantamiento de carga.

Como se puede observar en la tabla 4, el rango para la selección es de “aceptable: 3, “intermedio 2” y “fuera del alcance: 1”, la metodología más apropiada para el levantamiento de carga es la herramienta NIOSH con una puntuación de 3 que es aceptable, ya que analiza el índice de levantamiento y una manera correcta de realizar el levantamiento. A su vez detalla si es recomendable cambiar el sistema de procesos para poder mitigar los riesgos ergonómicos.

Tabla 4 Método a utilizar por medio de ponderación.

Rango de ponderación: Aceptable 3; Intermedio 2; Fuera del alcance 1		
MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO DE CARGAS		
NIOSH	SNOOK Y CIRIELLO	G-INSHT
Analiza y evalúa el índice de levantamiento que proporciona una estimación relativa del nivel de riesgo asociada a una tarea de levantamiento manual correcta.	Evalúa las condiciones ambientales en la que trabajadores manipulan o levantan cargas, analiza las posturas adoptadas y ayuda a identificar el riesgo de lesiones, especialmente en la espalda.	Es una herramienta de evaluación del riesgo ergonómico por manipulación manual de cargas relacionado con posturas, movimientos repetitivos y esfuerzo físico de los trabajadores.
3	2	2

Análisis de levantamiento de carga con herramienta NIOSH

La principal actividad para el llenado y sellado de las fundas de leche en polvo es el levantamiento de carga, que al conocer que es de 25kg, un valor que de acuerdo con la normativa nacional Decreto ejecutivo 255, anexo 3 artículo 20, sobre pasa el peso máximo de 23Kg, considerando que se levanta 1001 fundas en un turno de 7 horas laborables (sin contar horario de alimentación), es decir se levantan 143 fundas por hora, lo cual llega a ser un movimiento rápido que afecta las zonas musculoesqueléticas de los trabajadores.

ACTIVIDAD #1: Levantamiento de fundas de 25Kg de leche en polvo

Factor de Riesgo	Presente	Método	Observaciones
Manipulación de carga	SI	NIOSH	El trabajador realiza manipulación de cargas manualmente al levantar las fundas en el proceso de llenaje y cocido.

Objetivos

- Determinar los factores de riesgo ergonómico a los que están expuestos los trabajadores.

- Recomendar medidas preventivas y correctivas que disminuyan el nivel de riesgo laboral ergonómico determinado.

Definición del riesgo con la ECUACIÓN DE NIOSH

Tabla 5 Valoración del índice de levantamiento

LI	VALORACIÓN
menor o igual a 1	La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas
entre 1 y 3	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.
mayor o igual a 3	La tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

Procedimiento de evaluación analítica.

Preparación:

- Identificar el factor de riesgo ergonómico.

Metodología de ecuación de Niosh:

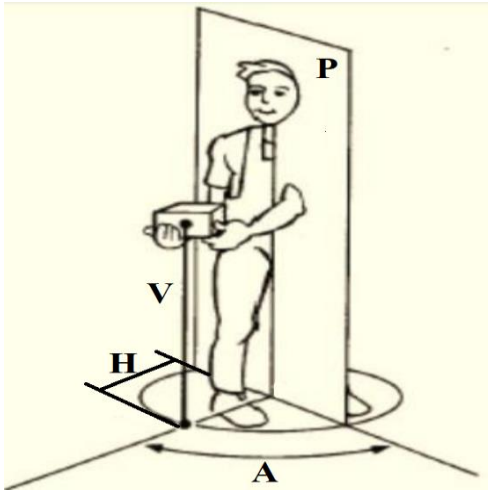
- Observar al trabajador durante una hora realizando la actividad.
- Calcular los factores multiplicadores de la ecuación de Niosh para cada tarea en el origen y, si es necesario, en el destino del levantamiento.
- Obtener el valor del Peso Máximo Recomendado (RWL) para cada tarea mediante la aplicación de la ecuación de Niosh.
- Calcular el Índice de Levantamiento Simple y determinar la existencia de riesgos.

Evaluación:

- Con la información obtenida realizar la evaluación del método elegido.
- Proponer recomendaciones de acuerdo con los resultados obtenidos.

Características de la Evaluación

Tipo de Evaluación:	Simple
Número de tareas evaluadas:	2
Duración global del levantamiento:	8 horas
Constante de carga (LC):	25 Kg.



Referencias

P: Plano sagital (Postura neutra).

A: Ángulo entre la carga y el plano sagital del cuerpo.

H: Distancia horizontal del punto de agarre de la carga.

V: Distancia vertical del centro de agarre de la carga.

Tabla 6 Interpretación del Nivel de Riesgo según el Índice de Levantamiento (IL y ILC)

Riesgo Aceptable Índice de Riesgo ≤ 1
No se requiere intervención.
Riesgo Moderado $1 < \text{Índice de Riesgo} < 3$
Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.
Riesgo Inaceptable Índice de Riesgo ≥ 3
Es necesario tomar medidas para reducir el riesgo.

Actividad 1: Retiro de Fundas de leche en polvo llenas desde la balanza para sellado.



Características de la Tarea

Número medio de levantamientos por minuto: 2.4

Peso de la carga en kilogramos (L): 25kg

Calidad de agarre de la carga: Malo (0.90)



Manipulación con una sola mano: No

Levantamiento por varios trabajadores: No

Duración de la tarea: Larga

Tiempo	Duración	Tiempo de recuperación
≤1 hora	Corta	al menos 1,2 veces el tiempo de trabajo
>1 - 2 horas	Moderada	al menos 0,3 veces el tiempo de trabajo
>2 - 8 horas	Larga	

Figura 3 Condiciones de tipo de agarre
Elaborado por: (Abate, 2022)

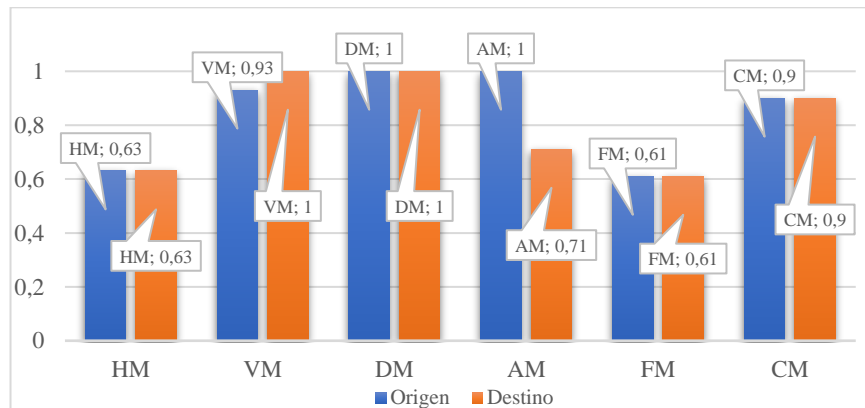
Tabla 7 Parámetros evaluación NIOSH (Actividad #1)

Parámetro de medición	Origen	Destino
Distancia vertical hasta la carga(V):	100 cm	75 cm
Distancia horizontal hasta la carga (H):	40 cm	40 cm
Ángulo de torsión (A):	1°	90°

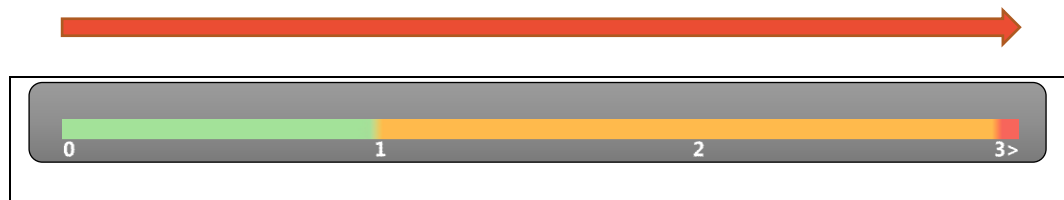
Tabla 8 Resultados de los factores de NIOSH (Actividad #1)

RESULTADOS		
Parámetro de medición	Origen	Destino
Factor distancia horizontal (HM):	0,63	0,63
Factor posición vertical (VM):	0,93	1,00
Factor desplazamiento (DM):	1,00	1,00
Factor asimetría (AM):	1,00	0,71
Factor frecuencia (FM):	0,61	0,61
Factor agarre (CM):	0,90	0,90
Peso Límite Recomendado (RWL):	5,02	3,88
Índice de Levantamiento (LI):	4,98	6,44

Gráfico 1 Datos de los factores para el índice de levantamiento (Actividad #1)



Índice de Levantamiento (LI): 6,44



Riesgo:

Riesgo Moderado

Valoración: IL >1. La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores.

Actividad 2: Colocación de Fundas de 25 Kg en Banda Transportadora. (Acostadas)



Características de la Tarea

Número medio de levantamientos por minuto: 2.4

Peso de la carga en kilogramos: 25kg

Calidad de agarre de la carga: Malo (0.90)

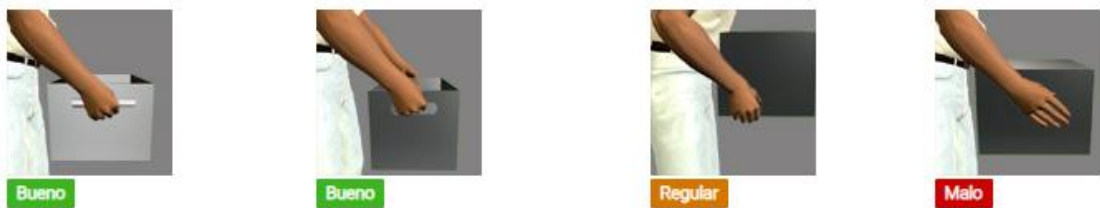


Figura 4 Tipo de agarre

Elaborado por: (Abate, 2022)

Manipulación con una sola mano: No

Levantamiento por varios trabajadores: No

Duración de la tarea: Larga

Tiempo	Duración	Tiempo de recuperación
≤1 hora	Corta	al menos 1,2 veces el tiempo de trabajo
>1 - 2 horas	Moderada	al menos 0,3 veces el tiempo de trabajo
>2 - 8 horas	Larga	

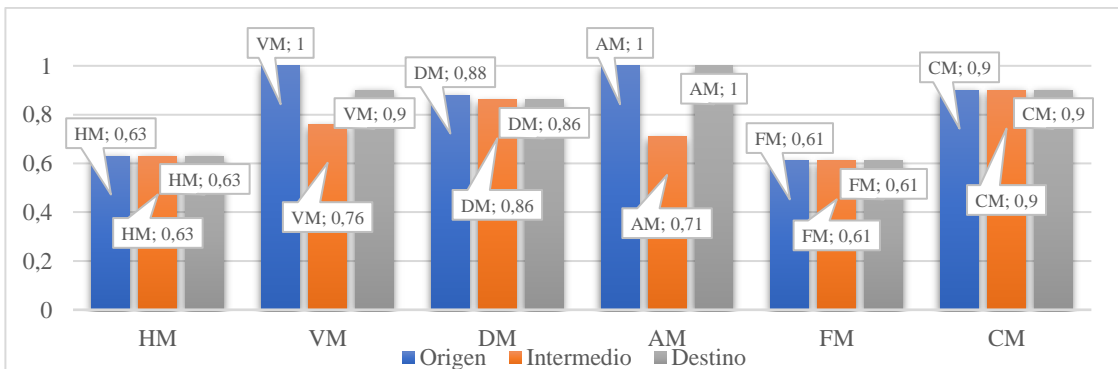
Tabla 9 Parámetros de factores NIOSH (Actividad #2)

Parámetro de medición	Origen	Intermedio	Destino
Distancia vertical hasta la carga(V):	75 cm	155 cm	40 cm
Distancia horizontal hasta la carga (H):	40 cm	40 cm	40 cm
Ángulo de torsión (A):	1 °	90 °	1 °

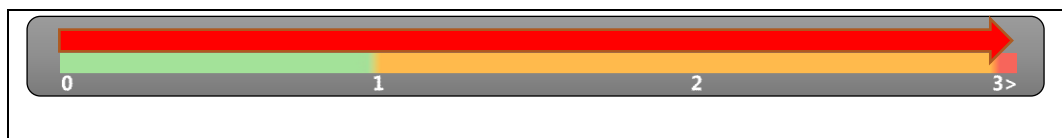
Tabla 10 Resultados de los factores de NIOSH (Actividad #2)

Parámetro de medición	Origen	Intermedio	Destino
Factor distancia horizontal (HM):	0,63	0,63	0,63
Factor posición vertical (VM):	1,00	0,76	0,90
Factor desplazamiento (DM):	0,88	0,86	0,86
Factor asimetría (AM):	1,00	0,71	1,00
Factor frecuencia (FM):	0,61	0,61	0,61
Factor agarre (CM):	0,90	0,90	0,90
Peso Límite Recomendado (RWL):	4,76	2,53	5,99
Índice de Levantamiento (LI):	6,45	9,88	5,99

Gráfico 2 Datos de los factores para el índice de levantamiento (Actividad #2)



Índice de Levantamiento (LI): 9,88



Riesgo:

Riesgo Inaceptable

Valoración: IL \geq 3. La tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores.

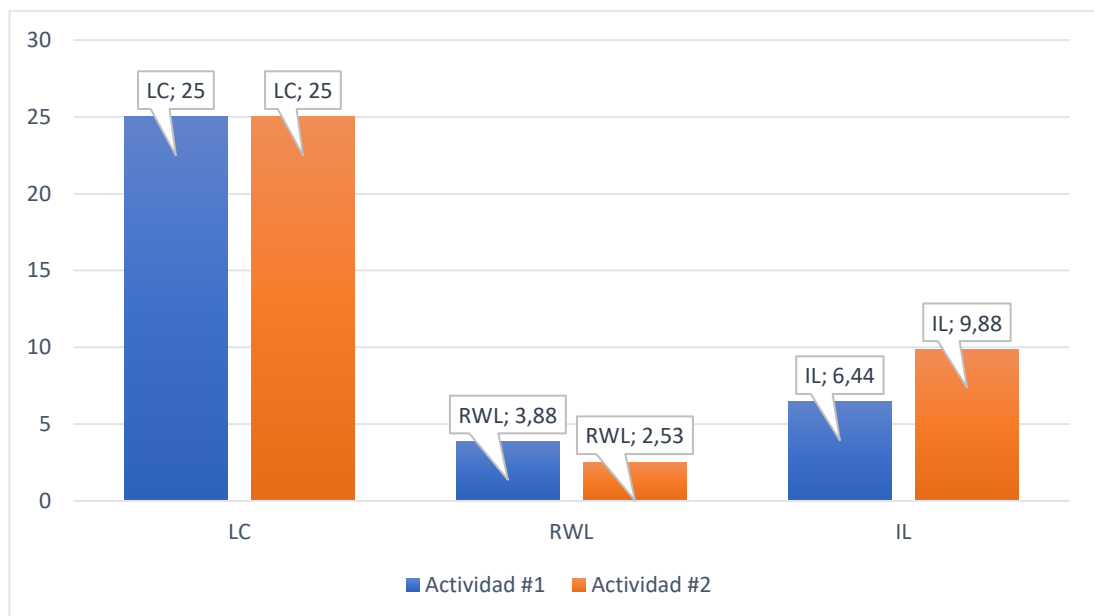
RESUMEN DE RESULTADOS POR TAREAS

La siguiente tabla muestra un resumen de los resultados obtenidos por tareas:

Tabla 11 Diferencias de resultados entre las dos actividades antes de la propuesta.

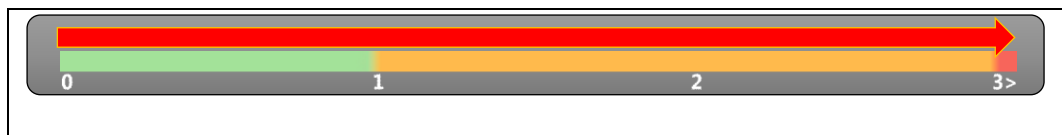
Características	Actividad #1	Actividad #2
Constante de carga (LC):	25	25
Peso Límite recomendado (RWL):	7,90	3,45
Índice de Levantamiento (IL):	1,43	3,26

Gráfico 3 Diferencias de resultados entre las dos actividades antes de la propuesta.



Levantamiento Multitarea o Secuencial

Índice de Levantamiento Multitarea o Secuencial: Riesgo Moderado e inaceptable



Luego de aplicar el método Niosh en las tareas o actividades 1,2. Se identificó un nivel de riesgo es **moderado e inaceptable**, por lo tanto, es necesario implementar medidas que corrijan los factores que se manifiestan como peligrosos en las actividades mencionadas anteriormente.

Para mejorar el puesto de trabajo y disminuir el nivel de riesgo ergonómico se considera las siguientes opciones:

- Es necesario disminuir la frecuencia de la tarea y su duración, o a su vez proporcionar más periodos de recuperación que permitan aliviar la tensión en el cuerpo de los trabajadores.
- Implementar un sistema mecánico que permita de manera automática acostar a las fundas una vez que se coloquen en la banda transportadora y de esta manera reducir el riesgo inaceptable.

Área de estudio

A continuación, se describe el área de estudio correspondiente al presente proyecto:

Tabla 12. Delimitación del área de estudio

Área de Estudio	Delimitación del objeto de estudio
Dominio:	Tecnología y Sociedad.
Línea de Investigación:	Seguridad Industrial y Gestión de Riesgos
Campo:	Ingeniería Industrial.
Área:	Seguridad e Higiene Industrial
Aspectos:	Factor de Riesgo ergonómico en el área de llenaje de fundas de 25 Kg.
Objetivo:	Gestionar de forma preventiva los riesgos ergonómicos presentes en los trabajadores de la empresa de alimentos donde se realizó el estudio.
Período de análisis:	Diciembre 2023 – junio 2024

Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Modelo Operativo

A continuación, se presenta el modelo operativo propuesto para lograr el rediseño ergonómico del área de llenado de fundas de 25kg mediante la implementación de una ayuda mecánica reduciendo el nivel de riesgo.

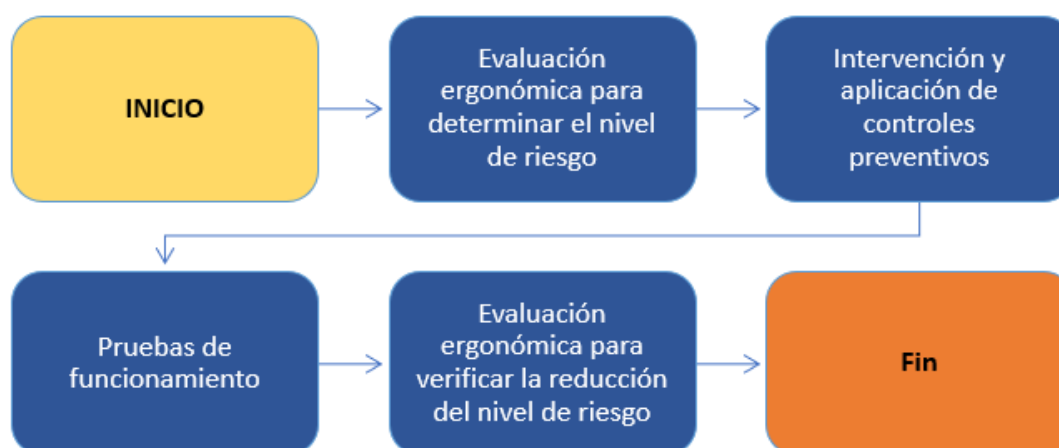


Gráfico 1. Modelo Operativo

Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Desarrollo del Modelo Operativo

A continuación, se describe cada fase del modelo operativo propuesto para el rediseño ergonómico en el área de llenado de fundas de 25 kg:

- **Diagnóstico inicial de la empresa:** En esta fase se realiza una revisión preliminar de las condiciones actuales de trabajo en el área de llenado de fundas. Se identifican los procesos existentes, los movimientos y posturas de los trabajadores, así como los equipos y herramientas utilizadas en el puesto de trabajo. Este diagnóstico inicial permite conocer el contexto y los factores de riesgo potenciales.
- **Análisis de información:** La información recopilada en la fase de diagnóstico es analizada en detalle para identificar posibles factores de riesgo. Esta etapa implica una revisión de los datos sobre posturas, esfuerzos físicos y actividades repetitivas que puedan afectar la salud de los trabajadores, considerando especialmente aquellos movimientos o actividades que generen sobrecarga física.
- **Interpretación del riesgo:** Con los datos analizados, se interpreta el nivel de riesgo ergonómico en el puesto de trabajo. Aquí se utiliza la matriz GTC 45 para determinar la gravedad y frecuencia de los factores de riesgo identificados, lo que facilita clasificar los riesgos en niveles de baja, media o alta peligrosidad.
- **Identificación de los factores de riesgos ergonómicos presentes:** En esta fase, se hace una clasificación detallada de los riesgos ergonómicos específicos que afectan a los trabajadores en el área de llenado de fundas. Estos pueden incluir factores de riesgos asociados con levantamiento de peso, posturas inadecuadas y movimientos repetitivos. Esta identificación sirve de base para determinar qué áreas necesitan intervención ergonómica.
- **Evaluación ergonómica para determinar el nivel de riesgo:** Posteriormente se realizan evaluaciones analíticas más detalladas utilizando herramientas ergonómicas específicas (como el análisis de postura o de carga física) para validar los hallazgos anteriores. Esta evaluación permite identificar si los trabajadores presentan algún riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos debido a sus actividades.
- **Intervención y aplicación de controles preventivos:** Con base en los riesgos identificados, se implementan medidas preventivas. Estas pueden incluir la

introducción de ayudas mecánicas, cambios en el diseño del puesto de trabajo o ajustes en los procedimientos para reducir la carga física y el riesgo de lesiones. El objetivo es minimizar los factores de riesgo que contribuyen al desgaste físico de los trabajadores.

- Pruebas de funcionamiento y del cambio: Después de aplicar los controles preventivos, se realizan pruebas para evaluar su efectividad. En esta etapa, se observa el rendimiento del nuevo diseño del puesto de trabajo y se recopilan datos para evaluar si los cambios han tenido un impacto positivo en la reducción del riesgo.
- Evaluación ergonómica para verificar la reducción del riesgo: Finalmente, se realiza una última evaluación ergonómica para verificar si el nivel de riesgo se ha reducido adecuadamente. Esta etapa asegura que los cambios implementados contribuyen a mejorar las condiciones ergonómicas y la salud de los trabajadores en el largo plazo.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

Título: Rediseño del puesto de trabajo con riesgo ergonómico del área de llenado de fundas de 25kg mediante la implementación de una ayuda mecánica reduciendo el nivel de riesgo.

Alcance

La propuesta como tal será implementada en el área de trabajo donde los operadores de llenaje de fundas industriales de 25 kg presentan riesgo ergonómico en la actividad y evitar posibles riesgos ergonómicos y enfermedades profesionales posteriormente.

Presentación de la propuesta

Según la Norma ISO 11228-1, la cual proporciona varias pautas ergonómicas que van enfocadas en el levantamiento manual de cargas en el lugar de trabajo, con el fin de prevenir lesiones musculoesqueléticas y promover la seguridad y la salud de los trabajadores. Dentro del alcance de la norma se menciona la capacidad del levantamiento de cargas y cuáles deben ser las exigencias para proceder con ello para evitar lesiones musculoesqueléticas. Dentro de los factores que se debe tomar en cuenta son el peso de la carga, la frecuencia y duración de la actividad, la distancia, la altura, la postura y agarre.

Para ello hay que considerar ciertas pautas para evitar el riesgo ergonómico y buscar alternativas eficientes que ayuden a evitar la exposición al riesgo ergonómico de acuerdo a la jerarquía de control de riesgo.

Jerarquía del control del riesgo

La jerarquía de control del riesgo está basada en un enfoque sistemático para intervenir los riesgos ocupacionales con el fin de promover un lugar de trabajo más seguro. La jerarquía establece un orden para realizar la intervención, iniciando desde la eliminación como más eficiente y el uso de EPP como el menos eficiente.



Gráfico 2. Jerarquización del control de riesgo

Elaborado por: (Occupational Safety and Health Administration, 2020)

Figura No 4. Jerarquización del control de riesgo

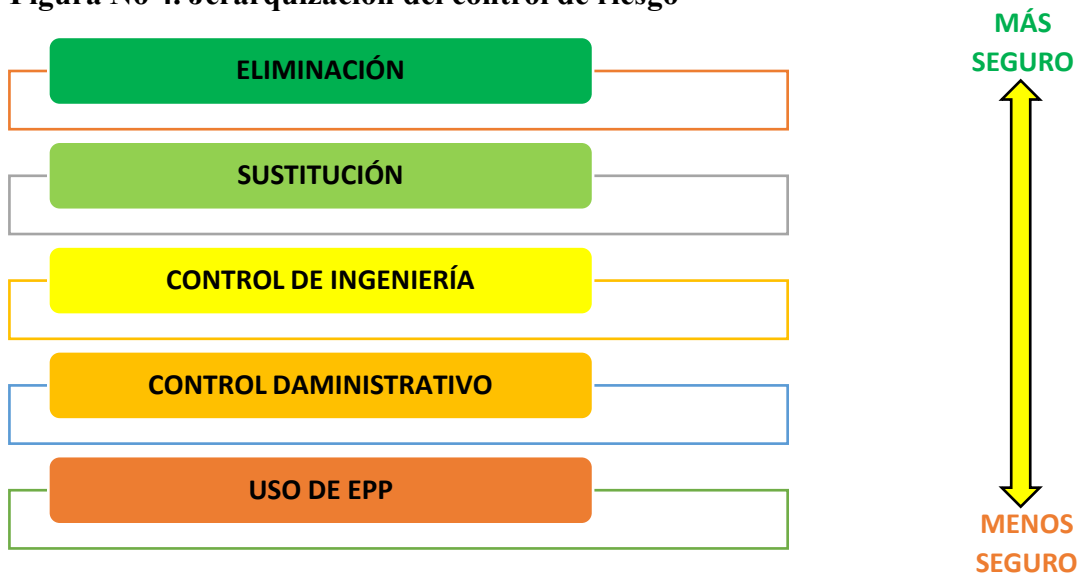


Gráfico 3. Jerarquización del control de riesgo

Elaborado por: (Occupational Safety and Health Administration, 2020)

La norma ISO 45001:2018 establece para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo un marco integral, resaltando la importancia para el control del riesgo a través de la jerarquía de control como una herramienta primordial a utilizar para mitigar peligros y evitar lesiones. La jerarquía se basa en una sucesión de medidas que se deben efectuar en un orden específico, iniciando con la eliminación, seguida de la sustitución, el control de ingeniería, los controles administrativos y, finalmente, la entrega de Equipos de Protección Personal (EPP). Al considerar esta guía sistemática, las empresas pueden reducir de manera eficaz los riesgos en el lugar de trabajo.

Eliminación

Se basa en buscar la manera de eliminar la fuente, situación o acción subestándar con potencial de generar posibles daños o afectaciones a la seguridad y salud del trabajador, donde al ser implementado de manera eficiente este control, el peligro desaparecerá y el trabajador no estará expuesto nuevamente a dicho peligro.

Sustitución

Cuando no es posible eliminar el peligro existente se busca cambiar o reemplazar el peligro existente por otro que genere menor riesgo o que sea menos peligroso.

Control de ingeniería

En este control se trabaja con medidas técnicas que puede ser a través de un rediseño del área de trabajo, con lo cual se busca minimizar al máximo el riesgo que se encuentra presente y evitar que el trabajador no tenga exposición, con barreras o protecciones físicas.

Control administrativo

Este control implica establecer procedimientos e instructivos de trabajo, modificar prácticas laborales como rotación del personal, tiempos de exposición, entre otros.

EPP

Este control implica la utilización del EPP adecuado para la actividad, pero en la mayoría de los casos este control no es eficiente ya que depende mucho de la parte comportamental del trabajador y comodidad que el EPP presente, para que sea utilizado adecuadamente, pero cabe mencionar que para el riesgo ergonómico que tenemos presente en nuestro proyecto de investigación no es tan efectivo, pues no ayuda o ataca de manera efectiva el peligro presente.

Dentro del resultado ergonómico se cuenta con 2 peligros ergonómicos presentes en el área de trabajo, siendo una de ellas el peligro ergonómico por manipulación de fundas de 25 kg y otra al momento de proceder a colocar las fundas en la banda transportadora.

Propuesta 1: Controles a implementar para la intervención del riesgo ergonómico en la manipulación manual de fundas de 25 kg.

Según el levantamiento de información realizado en el proyecto de investigación se propuso rediseñar el puesto de trabajo y dentro de las posibles soluciones existen las siguientes:

- Utilizar elevadores eléctricos móviles para voltear sacos
- Usar elevadores móviles de acero inoxidable voltear sacos
- Utilizar elevador móvil de alta frecuencia voltear sacos
- Diseñar y Construir un brazo mecánico guía para voltear los sacos

Selección de alternativas de solución al problema diagnosticado

A continuación, se presenta 4 opciones que permiten dar solución al problema identificado en el levantamiento manual de cargas que realizan los operadores del área de Llenaje de fundas 25kg; para seleccionar la mejor opción se aplica la metodología de factores ponderados.

Opción 1: Elevador eléctrico móvil

Especificaciones Generales

- Capacidad de carga: <250 kg
- Clasificación IP: IP24
- Recorrido: 840-1910 mm
- Sistema de frenos: freno central con bloqueo direccional (exc. PRO40)
- Procedimiento de carga de la batería: 100-240 V, con toma de tierra 50-60 Hz
- Movimiento hacia arriba y hacia abajo: control manual de 2 velocidades (exc. PRO40)

Especificaciones Técnicas

Capacidad de carga	40 kg
Batería	2 x 12V 7Ah
Elevaciones por carga de batería	40kg x 1m x 100 veces
Sistema de frenado	Ruedas traseras frenadas por separado

Categoría IP	IP24
Recorrido	1040 mm
Cargador de batería	100-240V, toma de tierra 50-60 Hz
Ruedas delanteras	Móviles
Protección de sobrecarga	Incorporado en carga de circuito
Velocidad de elevación	0.1 m/s



Imagen 2. Elevador eléctrico móvil
Fuente: Tomado de (TAWI, 2020)

Opción 2: Elevador móvil de acero inoxidable

Especificaciones Generales

- Capacidad de carga: <250 kg
- Clasificación IP: IP24 (IP65 para el modelo CR80)
- Recorrido: 840-1910 mm
- Sistema de frenos: freno central con bloqueo direccional
- Procedimiento de carga de la batería: 100-240 V, con conexión a tierra 50-60 Hz
- Movimiento hacia arriba y hacia abajo: control manual de 2 velocidades

Especificaciones Técnicas (TAWI, 2020)

Capacidad de carga	80 kg
Batería	24V DC 7.2 Ah
Elevaciones por carga de batería	80kg x 1m x 100 veces
Recorrido de elevación	1500 mm
Cargador de batería	120/240V AC
Velocidad de elevación	appr. 0.1m/s
Clasificación IP	IP65



Imagen 3. Elevador móvil de acero inoxidable

Fuente: Tomado de (TAWI, 2020)

Opción 3: Elevador móvil de alta frecuencia

Especificaciones Generales

- Capacidad de carga: <60 kg
- Diseño compacto ideal para espacios reducidos
- Alta velocidad de elevación a 125 mm/s
- Ligera y fácil de mover
- Plataforma resistente para la elevación y el transporte de cargas

Especificaciones Técnicas (TAWI, 2020)

Capacidad de carga	40 kg
Batería	2 x 12V 7Ah
Elevaciones por carga de batería	40kg x 1m x 100 veces
Sistema de frenado	Ruedas traseras frenadas por separado
Categoría IP	IP24
Recorrido	1040 mm
Cargador de batería	100-240V, toma de tierra 50-60 Hz
Ruedas delanteras	Móviles
Protección de sobrecarga	Incorporado en carga de circuito
Velocidad de elevación	0.1 m/s



Imagen 4. Elevador móvil de alta frecuencia

Fuente: Tomado de (TAWI, 2020)

Opción 4: Brazo mecánico para voltear los sacos

Este modelo fue creado por el autor de la investigación:

Especificaciones Generales

- Capacidad de carga: <50 kg
- Diseño desmontable ideal para espacios reducidos
- Velocidad de trabajo, a demanda del proceso.
- Ligera y fácil de mover
- Resistente a la corrosión y altas temperaturas

Especificaciones Técnicas

- Material: Acero inoxidable
- Batería No Aplica
- Sistema de frenado Mecánico - Resorte metálico
- Categoría IP No Aplica
- Recorrido lateral o giro 90°
- Cargador de batería No Aplica
- Ruedas No Aplica
- Protección de sobrecarga No Aplica

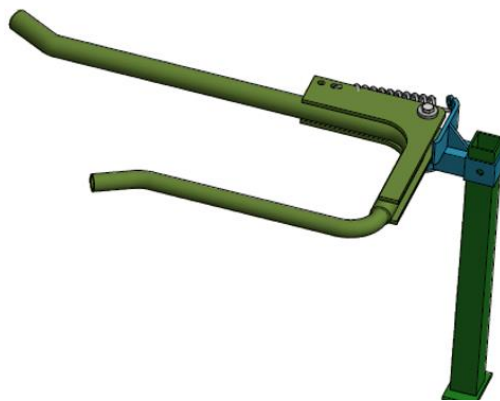


Imagen 5. Brazo mecánico para voltear los sacos
Elaborador por: Cualchi, Luis (2024)

Determinación de alternativas con matriz de ponderación

Considerando las opciones propuestas para poder visualizar de mejor manera dichas alternativas, procedimos a evaluar cada una de ellas a través de una matriz de

ponderación que nos mostrará la mejor alternativa y factibilidad para proceder con la implementación.

Alternativas a evaluar:

1. Elevador eléctrico móvil
2. Elevador móvil de acero inoxidable
3. Elevador móvil de alta frecuencia
4. Brazo mecánico guía para voltear los sacos.

Criterios para Calificación de Criterios

Para determinar la viabilidad de las alternativas se utilizó un conjunto criterios para calificar y seleccionar la mejor opción que no comprometa la seguridad de los trabajadores y la utilidad de este.

Tabla 13. Criterios de calificación

Criterios De Calificación	
1	Muy Malo
2	Malo
3	Bueno
4	Muy Bueno
5	Excelente

Elaborador por: Cualchi, Luis (2024)

Tabla 14. Criterios para calificación de factores

Factores	Ponderación de importancia. (%)
1. Puede reducir los costos de operación.	0,1
2. Ayuda reducir el riesgo ergonómico	0,2
3. No presenta riesgos para el trabajador	0,1
4. Puede mejorar la seguridad y salud del trabajador	0,2
5. Facilidad de mantenimiento	0,1
6. Costo de Inversión	0,05
7. Costos de mantenimiento	0,1
8. Facilidad en la operación	0,1
9. Tiempo de entrega	0,05
Total	100%

Elaborador por: Cualchi, Luis (2024)

Ventajas y desventajas de las alternativas propuestas

Cada uno de los equipos para poder descartar ciertas características técnicas que pudieran generar inconvenientes en su uso u operación se someten a una evaluación adicional de ventajas y desventajas, para con ello tomar una decisión y proceder con la implementación.

Tabla 15. Ventajas y Desventajas de las opciones evaluadas

Equipos	Ventajas	Desventajas
Elevador eléctrico móvil	<ul style="list-style-type: none"> - Equipo automático que levanta y transporta materiales fácilmente. - Amigable para la operación y uso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Debe cargarse cada 8 horas, afectando la producción. - Ocupa mucho espacio para giros y traslados. - Repuestos importados con 60 días de espera. - Solo para materiales sellados para evitar derrames. - Costo aproximado de \$10,000.
Elevador móvil de acero inoxidable	<ul style="list-style-type: none"> - Equipo automático de fácil funcionamiento y operación. - Facilita el levantamiento y transporte de materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Debe cargarse cada 8 horas, afectando la producción. - Ocupa mucho espacio para giros y traslados. - Repuestos importados con 60 días de espera. - Solo para materiales sellados. - Colocación manual de fundas que genera sobreesfuerzos. - Costo aproximado de \$12,000.
Elevador móvil de alta frecuencia	<ul style="list-style-type: none"> - Funciona por succión, facilitando el levantamiento de cargas. - Fácil operación y con brazo extensor para mayor alcance. 	<ul style="list-style-type: none"> - Debe cargarse cada 8 horas, afectando la producción. - Estacionario, empotrado a una pared o piso. - Repuestos importados con 60 días de espera. - Solo para materiales sellados. - Mantenimiento costoso. - Costo aproximado de \$9,000.
Brazo mecánico para voltear sacos	<ul style="list-style-type: none"> - Puede fijarse a la banda transportadora. - Accesorios y repuestos disponibles en el mercado local. - Fácil mantenimiento y bajo costo de fabricación (\$450). - No necesita ser operado por un trabajador y vuelve a su posición inicial automáticamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo máximo de entrega: 15 días. - Requiere tiempo para diseño y aprobación. - Capacidad máxima de 50 kg.

Elaborador por: Cualchi, Luis (2024)

A continuación, se presenta un resumen de las ventajas y desventajas de las opciones propuestas.

Tabla 16. Determinación de alternativas con matriz de ponderación

Equipo O Alternativas	Ventajas	Desventajas
1. Elevador eléctrico móvil	2	5
2. Elevador móvil de acero inoxidable	2	6
3. Elevador móvil de alta frecuencia	4	6
4. Brazo mecánico guía para voltear los sacos	6	3

Elaborador por: Cualchi, Luis (2024)

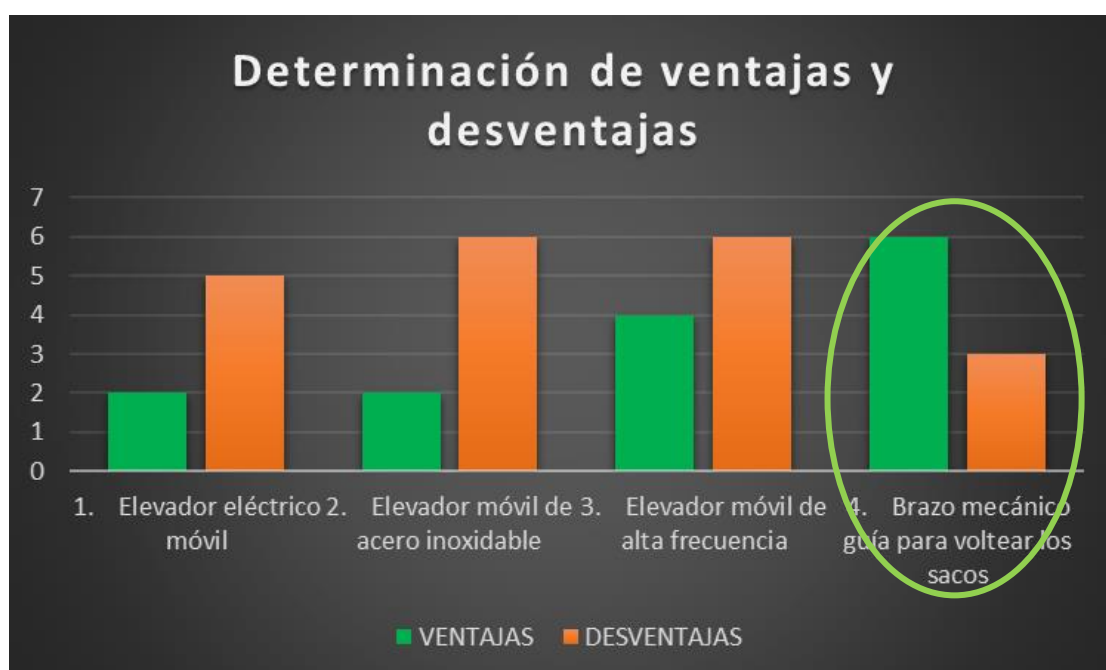


Gráfico 4. Gráfico para determinación de ventajas y desventajas

Elaborado por: Cualchi Luis (2024)

Selección de alternativas

Una vez realizada una revisión de todos los equipos o alternativas evaluando sus ventajas y desventajas con la matriz de ponderación de alternativas se considera la mejor opción *el Brazo mecánico para voltear los sacos, con un costo aproximado de \$ 450.00.*

Tabla 17. Determinación de alternativas con matriz de ponderación

DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS CON MATRIZ DE PONDERACIÓN									
Factores	Ponderación de importancia (%)	Elevador eléctrico móvil	Elevador móvil de acero inoxidable	Elevador móvil de alta frecuencia	Brazo mecánico para voltear los sacos	Resultado #.1	Resultado #.2	Resultado #.3	Resultado #4
1. Puede reducir los costos de operación.	0,1	3	3	3	4	0,3	0,3	0,3	0,4
2. Ayuda reducir el riesgo ergonómico	0,2	4	3	4	5	0,8	0,6	0,8	1,0
3. No presenta riesgos para el trabajador	0,10	3	4	4	5	0,3	0,4	0,4	0,5
4. Puede mejorar la seguridad y salud del trabajador	0,20	4	4	4	4	0,8	0,8	0,8	0,8
5. Facilidad de mantenimiento	0,10	3	1	3	5	0,3	0,1	0,3	0,5
6. Costo de Inversión	0,05	2	2	3	5	0,1	0,1	0,15	0,25
7. Costos de mantenimiento	0,10	1	1	2	5	0,1	0,1	0,2	0,5
8. Facilidad en la operación	0,10	4	4	4	5	0,4	0,4	0,4	0,5
9. Tiempo de entrega	0,05	2	1	2	5	0,1	0,05	0,1	0,25
Total	100%					3,2	2,85	3,45	4,7

Elaborador por: Cualchi, Luis (2024)

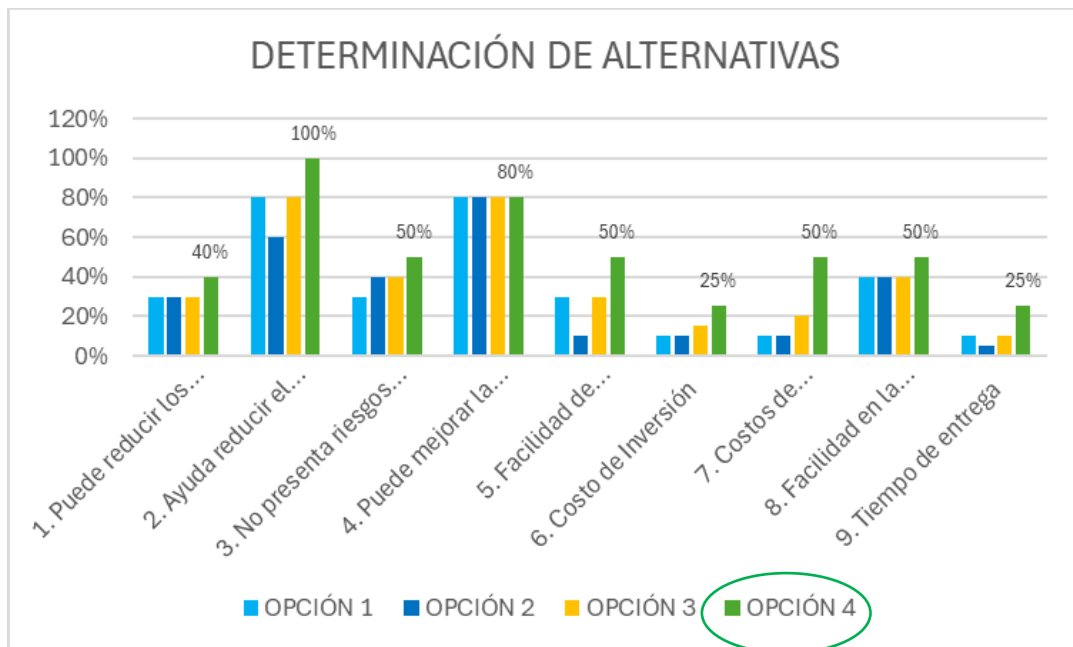


Gráfico 5. Determinación de alternativas

Elaborado por: Cualchi Luis (2024)

Diseño y dimensionamiento de los componentes de la ayuda mecánica

Brazo mecánico para voltear los sacos de 25 kg

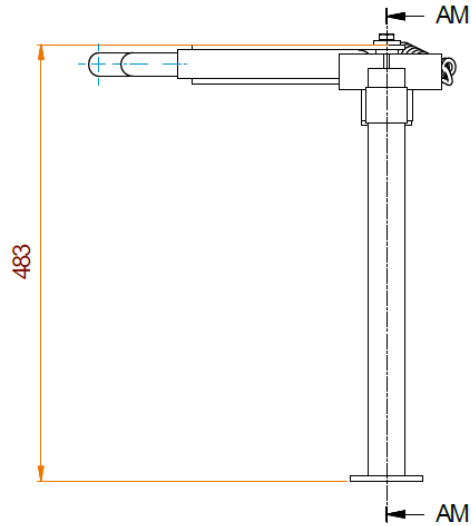


Imagen 6. Brazo mecánico vista lateral
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

- **Vista superior**

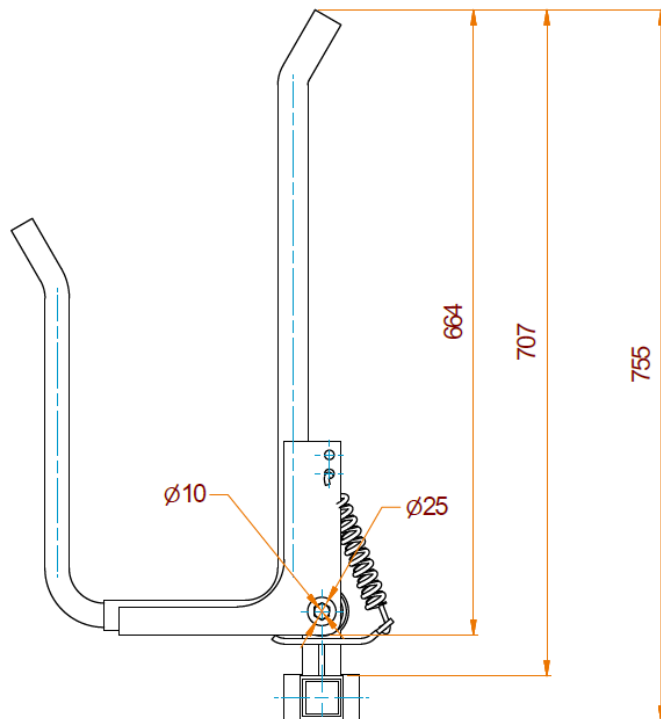


Imagen 7. Brazo mecánico vista superior
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

- **Vista Lateral de rodamientos**

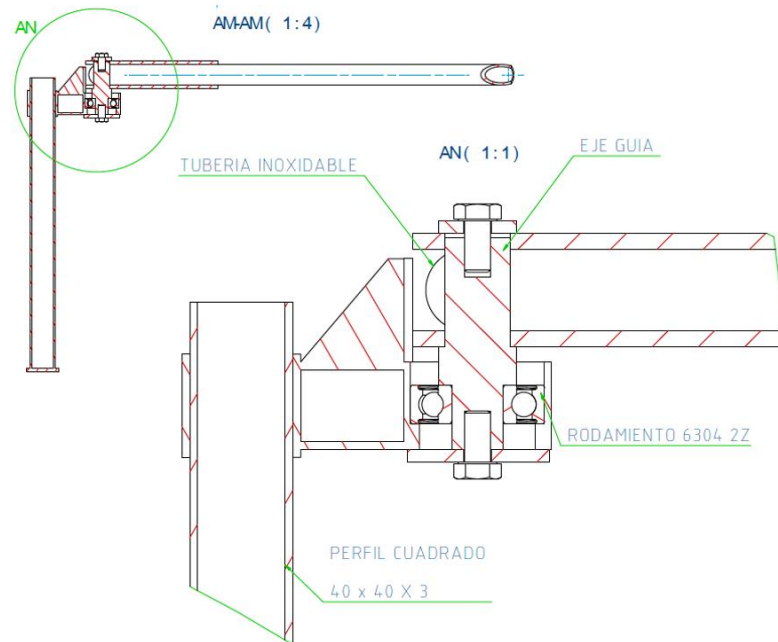


Imagen 8. Brazo mecánico vista lateral rodamientos
 Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

- **Medidas de tubería del brazo pequeño**

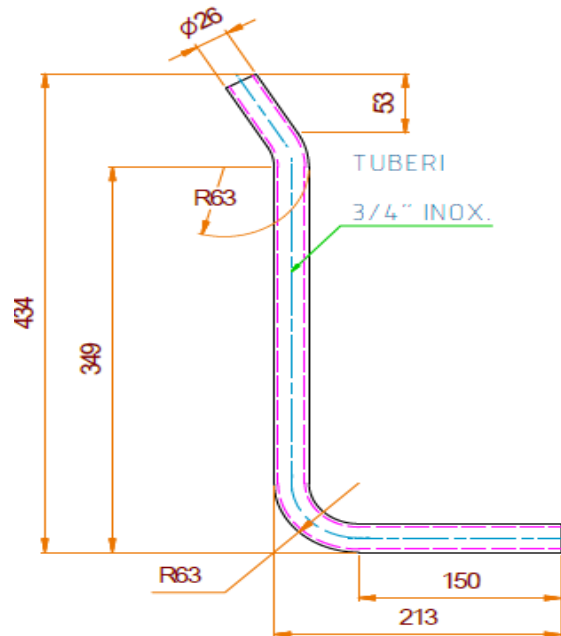


Imagen 9. Medida de brazo pequeño
 Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

- Medidas de tubería del brazo grande

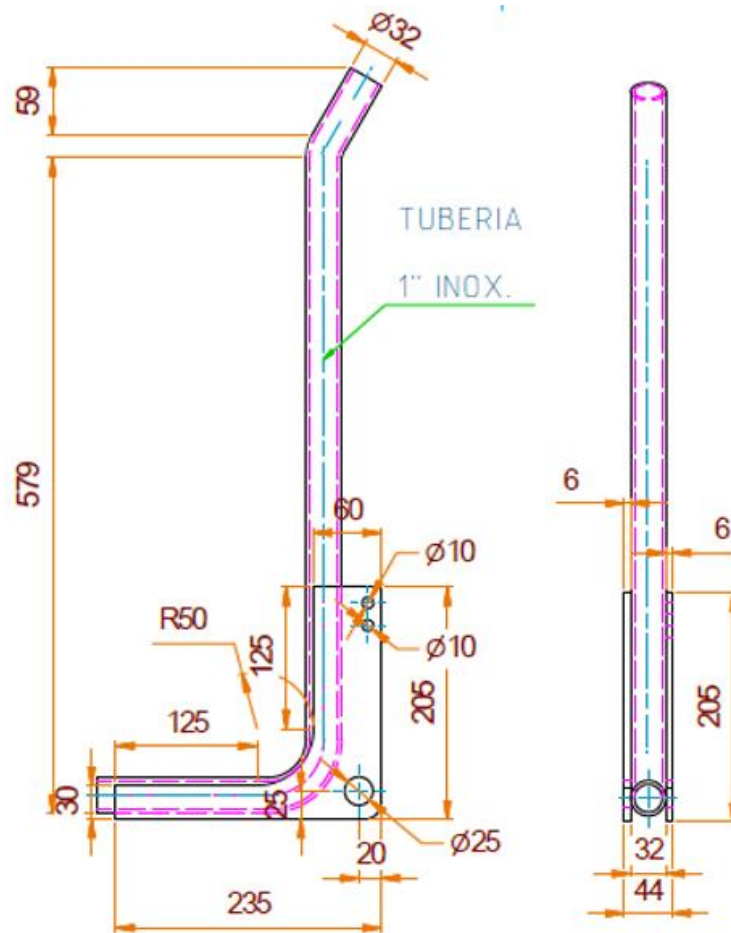


Imagen 10. Medidas de brazo grande
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

- Medidas de accesorios

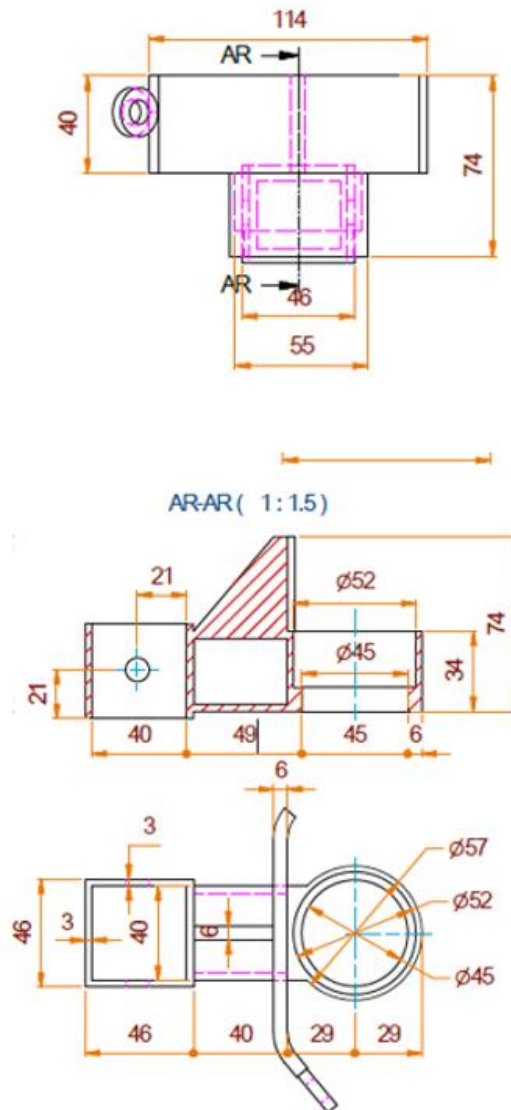


Imagen 11. Medidas de accesorios
 Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

- **Medidas de soporte principal**

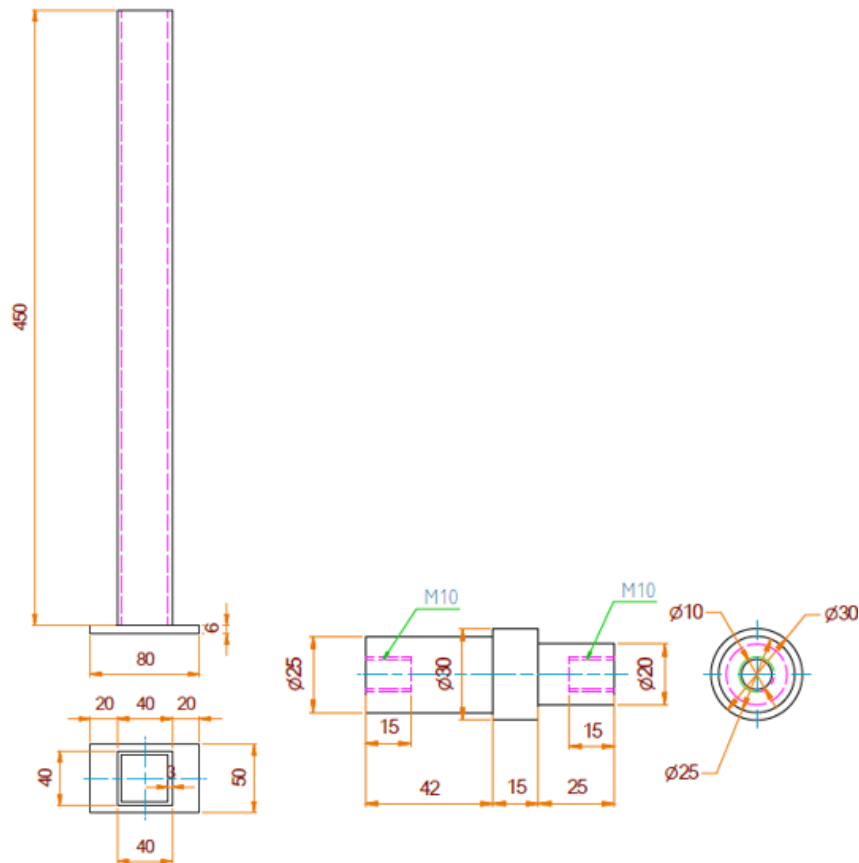


Imagen 12. Medidas de soporte principal
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Propuesta Complementaria 2: Intervención del riesgo ergonómico al momento de coser las fundas industriales de 25kg

De manera complementaria para reducir aún más el riesgo en el proceso de coser, se propuso como principal alternativa una máquina de coser fija para que la funda pueda pasar por allí y selle las fundas sin necesidad de hacerlo de manera manual con la cosedora portátil, y de esta manera mientras las fundas permanecen en la banda transportadora, pasa por la cosedora sin necesidad de que la actividad se pause y el proceso se mantenga de manera continua.

Selección de la máquina para coser sacos con producto.

Especificaciones Técnicas de la Cosedora DS-9C Cosedora de Sacos Automática

- Corriente 220 volts monofásica
- Consumo energía 370 w

- Peso que soporta el transportador 10-60 kg
- Altura de cocedora a la banda 750-1280 mm
- Velocidad 7-10 m/min de 300 a 600 fundas por hora
- Altura ajustable 20-60cm
- Ancho de banda 32cm
- Peso total Peso total 240kg
- Costura Puntada de cadena de doble hilo
- Ancho de puntada 7-10,5 mm
- Material de la bolsa Papel.PP
- Espesor Bolsa de papel 4P con pliegue
- Cortador Cortadora automática de cinta crepe
- Aguja DR-H30 N.º 26
- Engrasado Baño de aceite
- Aceite Cuéntanos #32
- Peso 41,0 kg
- Característica Cortador de cinta de crepe
- Maquinas relacionadas Máquina embolsadora automática tipo A (transportadora), A1-PB



Imagen 13. Modelo de maquina cosedora de fundas DS-9C
Fuente: Catalogo Easy-Pack

Cronograma de actividades

Planificación de Actividades para ejecución del proyecto de readecuación del área de trabajo.

Tabla 18 Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	Cronograma de Implementación											
	may-24				jun-24				jul-24			
	Se m 1	Se m 2	Se m 3	Se m 4	Se m 1	Se m 2	Se m 3	Se m 4	Se m 1	Se m 2	Se m 3	Se m 4
Validación de alternativas de coseadora												
Socialización de las alternativas a operadores												
Solicitar la gestión de compra de coseadora												
Elaboración de diseño de brazo												
Validación de diseño de brazo												
Construcción de diseño de brazo												
instalación de coseadora estacionaria												
Instalación de brazo en banda transportadora												
Uso de equipos instalados												
Verificar la reducción del riesgo												

Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Análisis de costos

A continuación, se presentan los análisis de costos para la propuesta de rediseño ergonómico:

Tabla 19 Cuantificación de costos directos.

Materiales o Equipos	Cantidad	Costo unitario USD	Total USD
Máquina coseadora	1	3500 \$	3500 \$
Brazo virador de fundas	1	450 \$	450 \$
Soportes para instalación	8	20 \$	160 \$
Mano de obra	4	40 \$	160\$
Materiales menores	1	300 \$	300 \$

Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

El costo total para la implementación de la coseadora fija es de: \$ 4570,00

Recursos considerados para la implementación

- Recurso Humano
- Presupuesto para la adquisición de equipos
- Tiempos para pruebas de funcionamiento
- Herramientas y materiales para la instalación

CAPÍTULO IV

EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS OBTENIDOS

Ejecución de la Propuesta

En base al análisis y evaluación ergonómica en la empresa donde se fabrican leche el polvo de 25kg. Se evidencia la existencia de riesgo ergonómico en las actividades que realizan los trabajadores relacionados a levantamiento de cargas y posturas de trabajo inadecuadas en su jornada laboral, lo que ha ocasionado que el personal que labora en el área de llenaje de fundas de leche en polvo de 25kg tengan un riesgo alto. Con este antecedente se vio la necesidad de buscar la reducción del riesgo ergonómico presente con control de ingeniería para evitar el incremento de daños musculoesquelético en el personal.

Para ello se dentro de la propuesta para el puesto de trabajo se estableció el rediseño del área de trabajo y dentro del alcance de este está considerado el remplazar una cosedora portátil por una cosedora de fundas de papel fija, también el implementar un brazo mecánico para poder acostar las fundas que posteriormente salen al área de embalaje para los trabajadores realicen el paletizado.

Adicionalmente como medida complementaria se elaboró un instructivo de operación para ser socializado con los operadores del área y de esta manera se pueda contribuir en el uso correcto de estos equipos y con ello evitar la exposición al riesgo ergonómico que puede desencadenar posibles enfermedades profesionales.

Desarrollo e Implementación

Dentro del proyecto de implementación o readecuación del área se estableció trabajar en 2 Etapas:

- **Etapla 1.- Compra e instalación de nueva cosedora**
- **Etapla 2.- Construcción e instalación de brazo**

Etapla 1.- Compra e instalación de nueva cosedora

Para la implementación de las mejoras y readecuación del área de trabajo, se procedió de manera inmediata con adquirir la máquina cosedora la cual trabaja en una posición

estática y únicamente necesita que las fundas con producto pasen por ella para de manera automática la máquina proceda a coser las mismas.



Imagen 14. Máquina cosedora de fundas Instalada
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Con la implementación de la cosedora fija se elimina la actividad de manipulación manual de la cosedora portátil que tiene un peso de 6kg, como también el levantamiento manual que anteriormente se realizaba por varias ocasiones de las fundas llenas de producto pero sin sellar para poder acomodar la funda plástica interna, mover a otro espacio donde no exista obstáculos para coser la funda y nuevamente volver a levantar la funda para colocar en la banda transportadora y finalmente una vez pasado el proceso de codificación levantarla para colocar en otra banda transportadora que finalmente sacaba el producto sellado al área de embalaje.



Imagen 15. Manipulación de fundas en el proceso de llenado antes de la readecuación
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)



Imagen 16. Manipulación de fundas para coser las fundas antes de la readecuación
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Etapa 2.- Construcción e instalación de brazo

Como etapa del proyecto para la implementación de la mejora relacionada con la readecuación del área de llenaje de fundas de 25Kg se encontraba la fabricación del brazo con material de acero inoxidable e instalación, fijado a la banda transportadora, para que mantenga estabilidad y realice la función de voltear las fundas de 25kg a la banda transportadora durante toda la producción de este tipo de producto, el cual normalmente se fabrica de corrido alrededor de 20 a 24 horas seguidas.



Imagen 17. Brazo mecánico para voltear fundas

Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Con la construcción e instalación del brazo volteador de sacos de 25 kg, se reduce la manipulación manual de cargas que se realizaba el operador de manera manual, pues tenía que colocar las fundas con producto a otro transportador levantando durante 8 horas seguidas dentro de su jornada laboral en dicho puesto de trabajo, considerando que el operador trabajaba realizando estas actividades solo sin que exista una rotación de personal o que cuente con otra persona que lo pueda ayudar.

Entrega de equipos al operador del área de llenaje de fundas de 25kg

Una vez realizada la instalación de las máquinas en esta área se procede habilitar a los operadores en el funcionamiento adecuado de los equipos y de esta manera evitar que el cambio realizado genere un riesgo adicional al momento en que el equipo empiece a trabajar de manera constantemente durante la producción.

Previamente se realizó una evaluación de gestión del cambio para que tanto las áreas de producción, calidad, mantenimiento y seguridad industrial se encuentren de acuerdo con el cambio realizado y quede constancia que un equipo multidisciplinario evaluó los posibles peligros y riesgos que el cambio podría generar.

Para ello se diligenció el formato 0682.QA.REC.022 para evaluación de peligros en cambios (MOC).

	Evaluación de peligros en Cambios (MoC) Arbol de Decisión		0682.QA.REC.022 Versión 22 marzo, 2023
Conteste las siguientes preguntas. En caso de ser una de ellas "Si"; se requiere llenar todo el formato			
	SI	NO	
1. ¿La calidad e inocuidad del producto está comprometida?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2. ¿La salud y seguridad del personal está comprometida?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. ¿Existe un impacto al ambiente? Agua, suelo, aire	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4. ¿Se puede comprometer la integridad de los activos?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5. ¿Existe un impacto regulatorio o de cumplimiento?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Imagen 18. Formato para evaluación de peligros en cambios MOC

Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Finalmente, con la evaluación realizada se entregó al operador los equipos con la explicación respectiva del funcionamiento correcto.



Imagen 19. Pruebas de Funcionamiento de brazo mecánico para voltear fundas
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Al ser un brazo mecánico que en su funcionamiento está ayudado con la dirección que tiene la banda transportadora, para se puedan voltear las fundas de manera muy sencilla y el operador ya no realice de manera manual esta actividad, pues únicamente solo debe estar pendiente del proceso en caso se presentarse algún problema que puede ser relacionado a otra parte del proceso de producción. Y en el caso de la cosedora de igual manera solo debe garantizar que la funda ingrese por las guías a la cosedora y esta proceda a coser de manera automática.



Imagen 20. Pruebas de Funcionamiento de cosedora de fundas
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Finalmente, para garantizar que quede estandarizado la operación, se realizó una socialización a todos los operadores que trabajan en producción.



Imagen 21. Socialización a toda el área de producción sobre el funcionamiento
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Paso a paso de las actividades con la readecuación realizada

Para que el proceso de funcionamiento y uso de los equipos quede estandarizado se procedió a realizar un paso a paso donde se explica cuáles son las actividades que el operador debe realizar cuando entren en funcionamiento los equipos:

Pasos por seguir:

1. Llenar la funda con producto y una vez que la funda se encuentre con un peso de 25kg, el operador debe amarrar la funda plástica interna realizando un cuello de ganso.



Imagen 22. Tolva de Llenaje que dosifica producto hasta su peso neto de 25kg
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

2. Realizar un pequeño dobléz de la funda de papel y proceder a colocar dentro de las guías de la cosedora.



Imagen 23. Doble manual que realiza el operador
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

3. Esperar que la funda de 25 kg pase por la cosedora y la selle luego de ser colocada sobre la banda transportadora previamente.



Imagen 24. Ingreso de la funda a la cosedora
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)



Imagen 25. Funda cosida completamente luego de salir de la cosedora
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

4. Una vez la funda salga de la cosedora se debe mantener parada en la banda transportadora para que posteriormente ingrese dentro de las guías del brazo instalado para virar las fundas.



Imagen 26. Funda ingresando a las guías del brazo
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)



Imagen 27. Funda dentro del brazo en movimiento
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)



Imagen 28. Funda virada con el movimiento de la banda transportadora.
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

5. Una vez acostada la funda únicamente el operador debe esperar que salga del área de llenaje e ingrese al área de embalaje, para que sea retirado por el operador.

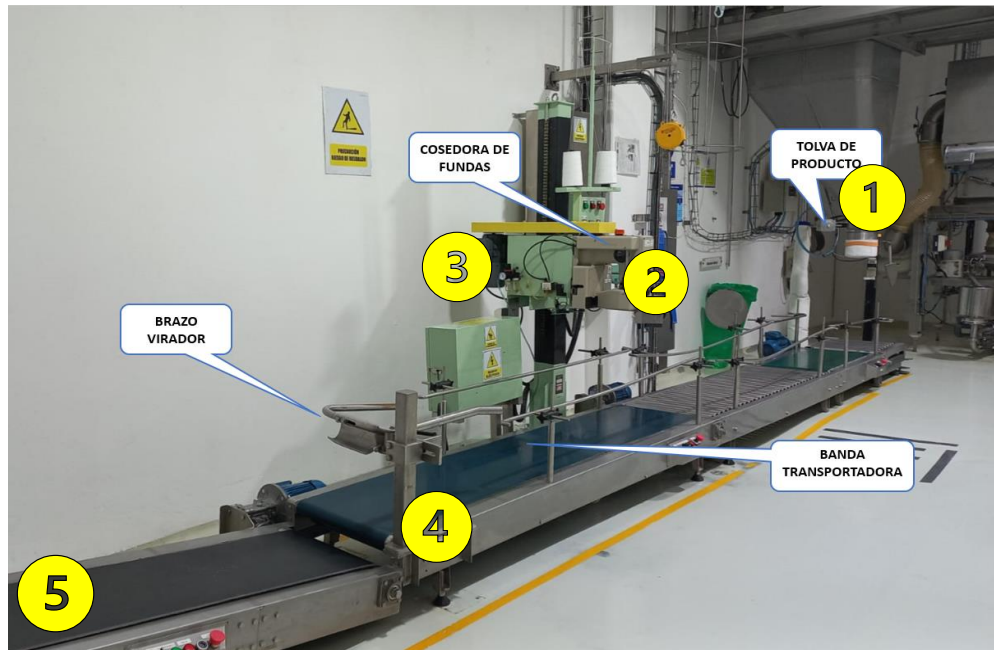


Imagen 29. Lugar donde se realiza cada paso a paso.
Elaborado por: Cualchi, Luis (2024)

Evaluación de la ejecución

Para la evaluación de la ejecución de la propuesta, se utilizó La ecuación de levantamiento de carga de Niosh evalúa tareas en las que se realizan levantamientos de carga. El resultado de la aplicación de la ecuación es el Peso Máximo Recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) que se define como el peso máximo que es recomendable levantar en las condiciones del puesto para evitar el riesgo de lumbalgias o problemas de espalda. A partir del Peso Máximo Recomendado se obtiene el Índice de Levantamiento (LI), un indicador que permite valorar el riesgo que entraña la tarea para el trabajador. Niosh considera tres intervalos de riesgo (Diego-Mas, Ecuación NIOSH, 2015):

RESULTADOS ESPERADOS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA (OPCIÓN 4)

Actividad 1: Levantamiento de fundas de 25Kg de leche en polvo

Factor de Riesgo	Presente	Método	Observaciones
Manipulación de carga	SI – Existe manipulación manual de cargas simple en la actividad.	NIOSH	El trabajador realiza manipulación de cargas al levantar las fundas en el proceso de llenaje y cocido.

Objetivos

- Determinar los factores de riesgo ergonómico por manipulación manual de carga.
- Recomendar mejoras preventivas que permitan disminuir el nivel de riesgo laboral ergonómico.

Definición del riesgo con la ECUACIÓN DE NIOSH

LI	VALORACIÓN
menor o igual a 1	La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas
entre 1 y 3	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.
mayor o igual a 3	La tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

Procedimiento de evaluación analítica.

Preparación:

- Identificar los riesgos ergonómicos.

Metodología de la ecuación de NIOSH:

- Observar al trabajador durante una hora realizando la actividad.
- Calcular los factores multiplicadores de la ecuación de Niosh para cada tarea en el origen y, si es necesario, en el destino del levantamiento.
- Obtener el valor del Peso Máximo Recomendado (RWL) para cada tarea mediante la aplicación de la ecuación de Niosh.
- Calcular el Índice de Levantamiento Simple y determinar la existencia de riesgos.

Evaluación:

- Con la información obtenida posterior a las modificaciones realizar la evaluación del método elegido.
- Proponer recomendaciones de acuerdo con los resultados obtenidos.

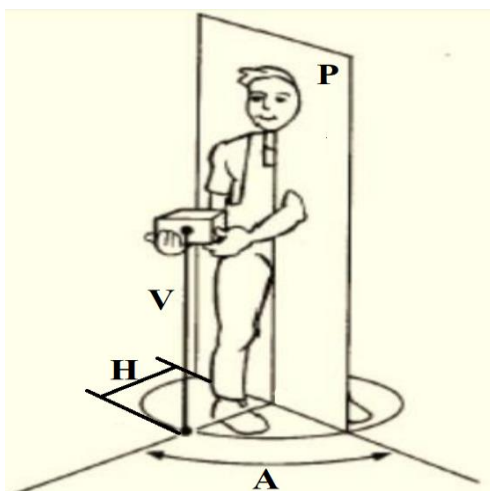
Características de la Evaluación

Tipo de Evaluación: Simple

Número de tareas evaluadas: 1

Duración global del levantamiento: 8 horas

Constante de carga (LC): 25 Kg.



Referencias

P: Plano sagital (Postura neutra).

A: Ángulo entre la carga y el plano sagital del cuerpo.

H: Distancia horizontal del punto de agarre de la carga.

V: Distancia vertical del centro de agarre de la

Interpretación del Nivel de Riesgo según el Índice de Levantamiento (IL y ILC)

Riesgo Aceptable

Índice de Riesgo ≤ 1

La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas.
No se requiere intervención.

Riesgo Moderado

$1 < \text{Índice de Riesgo} < 3$

La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores.
Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.

Riesgo Inaceptable

Índice de Riesgo ≥ 3

La tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores.
Es necesario tomar medidas para reducir el riesgo.

Actividad 1: Llenado de fundas de 25kg con producto.

Características de la Tarea

Número medio de levantamientos por minuto: 3

Peso de la carga en kilogramos: 25kg

Calidad de agarre de la carga: Malo



Manipulación con una sola mano: No

Levantamiento por varios trabajadores: No

Duración de la tarea: Larga

Tiempo	Duración	Tiempo de recuperación
≤1 hora	Corta	al menos 1,2 veces el tiempo de trabajo
>1 - 2 horas	Moderada	al menos 0,3 veces el tiempo de trabajo
>2 - 8 horas	Larga	

Tabla 20 Parámetros de medición de factores después de la propuesta

Parámetro de medición	Origen	Destino
Distancia vertical hasta la carga(V):	80	80
Distancia horizontal hasta la carga (H):	25	25
Ángulo de torsión (A):	0	30

Tabla 21. Cronograma de Actividades

Parámetro de medición	Origen	Destino
Factor distancia horizontal (HM):	1,00	1,00
Factor posición vertical (VM):	0,99	0,99
Factor desplazamiento (DM):	1,00	0,90
Factor asimetría (AM):	1,00	1,00
Factor frecuencia (FM):	0,88	0,88
Factor agarre (CM):	0,95	0,95
Peso Límite Recomendado (RWL):	20,59	18,61
Índice de Levantamiento (LI):	1,21	1,34

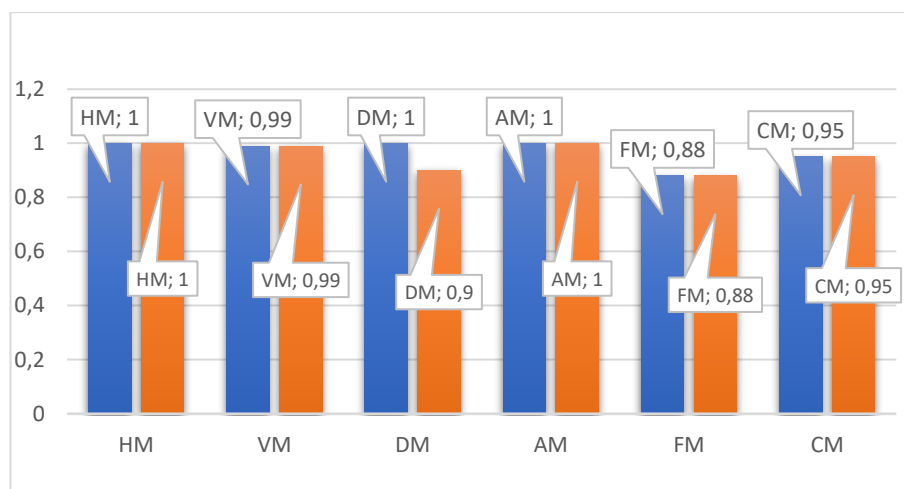
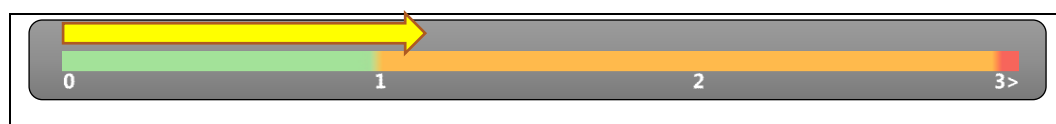


Gráfico 4 Factor de medición de NIOSH después de la propuesta.



Riesgo:

Riesgo Moderado

Valoración: $IL < 1$. La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas.

Actividad 2: Colocación de Fundas de 25 Kg en Banda Transportadora. (Acostadas)

Se elimina la Tarea 2 con la implementación de equipos mecánicos.

Resumen de resultados por tareas

La siguiente tabla muestra un resumen de los resultados obtenidos por tareas:

Tabla 22. Diferencia de los resultados entre las 2 actividades

<i>Características</i>	<i>Actividad 1</i>	<i>Actividad 2</i>
<i>Constante de carga (LC):</i>	25	0
<i>Peso Límite recomendado (RWL):</i>	7,90	0
<i>Índice de Levantamiento (IL):</i>	1,43	0

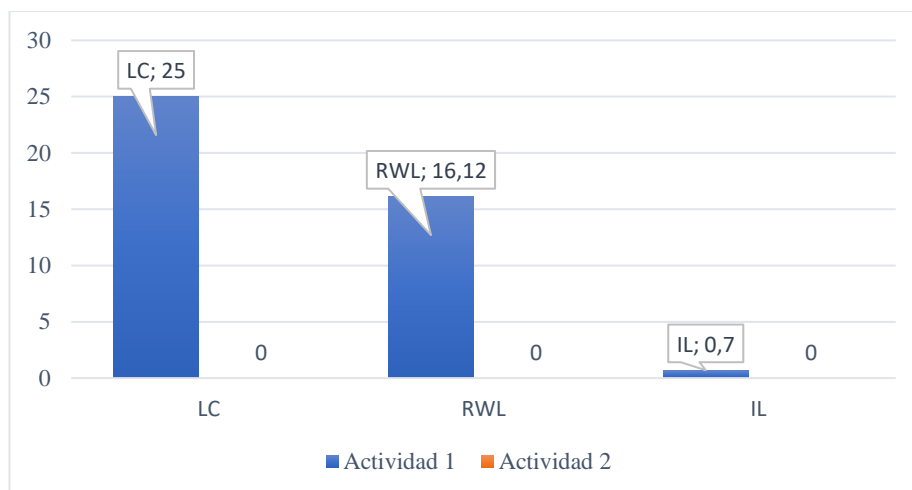
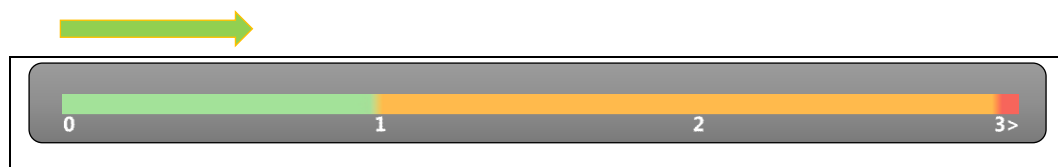


Gráfico 5 Resultado de la diferencia de las dos actividades.

Levantamiento compuesto

Índice de Levantamiento Compuesto (ILC): 0.70

Tipo de Índice de Levantamiento Compuesto: Riesgo aceptable



CONCLUSIONES

- Luego de aplicar el método Niosh en las tareas 1,2. Se identificó un nivel de riesgo es aceptable en la tarea 1 y la tarea 2 se elimina con la implementación de equipos mecánicos.

MEDIDAS CORRECTIVAS RELIZADAS

Actividad 1: Llenado de fundas de leche en polvo de 25kg

- Se reduce la altura del levantamiento de cargas con la implementación del brazo y cosedora para de esta manera reducir el nivel de riesgo que anteriormente generaba esta tarea.

Actividad 2: Colocación de Fundas de 25 Kg en Banda Transportadora. (Acostadas)

- Se implementó el brazo mecánico para acostar las fundas de 25 kg y también se implementa una cosedora automática fija, con ello se elimina la tarea 2 y con ello el riesgo inaceptable que existía en dicha tarea.



La implementación de la propuesta de rediseño ergonómico en el área de llenado de fundas de 25 kg tiene como objetivo reducir de forma significativa los niveles de riesgo ergonómico asociados a la manipulación manual de cargas.

Además, a la reducción del nivel de riesgo ergonómico la mejora favorece a la eficiencia en el proceso al simplificar la manipulación y sellado de las fundas que anteriormente se realizaba de manera manual a realizarla de manera automática para lograr un flujo continuado de trabajo y reducir los tiempos muertos; así mismo, al implementar estas medidas se puede observar una mejora en la salud y el bienestar de los trabajadores, a la vez que se incrementa la productividad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La identificación de los factores que pueden causar riesgo laboral en el área de llenado de fundas de 25 kg utilizando la matriz GTC 45 reveló que los empleados se enfrentan riesgos ergonómicos no aceptables, debido principalmente a levantar cargas pesadas manualmente y adoptar posturas inadecuadas. Este análisis resaltó la urgente necesidad de intervenir para reducir estos riesgos ya que el nivel de riesgo identificado se consideró inaceptable y requiere corrección inmediata para prevenir posibles problemas de salud entre los trabajadores.

El área de llenado de fundas de 25 kg reveló que los empleados estaban enfrentando un riesgo importante para desarrollar problemas musculoesqueléticos debido a las labores que implicaban levantar y manipular repetidamente sacos pesados. El índice de levantamiento obtenido indicaba un riesgo moderado e inaceptable y sugería la necesidad de intervenir para prevenir lesiones futuras. El exhaustivo análisis confirmó la importancia de introducir medidas ergonómicas de forma urgente y señaló que modificar el entorno laboral podría disminuir la frecuencia de levantamiento a niveles adecuados.

El plan de mejora sugerido se centra en la introducción de un dispositivo mecánico y la automatización del proceso de sellado de fundas para mitigar los riesgos ergonómicos identificados. La propuesta contempla la integración de un brazo mecánico de acero inoxidable que cuenta con una bisagra y resorte que una vez que vira las fundas le mantiene en la posición inicial al brazo, y como complemento a la mejora se encuentra una máquina cosedora fija para disminuir el esfuerzo físico y la manipulación manual de cargas; esto contribuirá a reducir la incidencia de TME entre los trabajadores.

El dispositivo mecánico implementado, para sellar las fundas sin necesidad de hacerlo manualmente con la cosedora portátil es un diseño que tiene una capacidad de carga <50 kg, es desmontable ideal para espacios reducidos, se adapta a la velocidad de trabajo del proceso, es ligera y fácil de mover, resistente a la corrosión y altas

temperaturas, de acero inoxidable, mediante estas acciones aumentará la productividad en realizar las tareas con mayor eficiencia y mejorar el bienestar de los trabajadores a largo plazo y reforzaran las actividades en el entorno laboral

Recomendaciones

Se recomienda realizar una evaluación ergonómica detallada del área de trabajo para identificar las posturas y movimientos que generan mayor riesgo al traslado de cargas de 25kg, desarrollar programa de capacitaciones sobre las técnicas correctas de levantamiento manual de cargas e implementar un sistema de rotación de tareas que permita a los operadores cambiar de actividad.

Se recomienda realizar un monitoreo continuo que garantice el bienestar de los trabajadores y de la efectividad de las medidas implementadas, mejorando y revisando constantemente las estrategias y poder así mitigar los riesgos ergonómicos identificados, y fomentar un ambiente laboral seguro y sano.

Se recomienda valorar un sistema de amortiguación en el brazo mecánico para reducir los impactos y posibles vibraciones que puedan afectar la comodidad del operador, asegurar que el brazo mecánico y la cosedora puedan ajustarse a diferentes alturas y ángulos y puedan adaptarse a todas las necesidades.

Considerar el uso de tecnologías de asistencia como sensores, visión artificial en la cosedora, para mejorar la eficiencia del levantamiento manual de cargas y los posibles riesgos que puedan implicar a futuro, ya que se deben usar de manera segura y eficaz.

LITERATURA CITADA

1. Lee, J., et al. *Data-Driven Design Solution of a Mismatch Problem between the Specifications of the Multi-Function Console in a Jangbogo Class Submarine and the Anthropometric Dimensions of South Koreans Users*. Appl. Sci., 10(41), 2020.
2. Avinante, J., Pasiona, R., & Tibayan, D. *Ergonomic Study for the Design of a Comfortable Office Workstation Environment for Work from Home Employees*. In Proceedings of the 11th Annual International Conference on Industrial Engineerig, 7(11), 2021.
3. Kibria, M., et al. *Evaluating the ergonomic deficiencies in computer workstations and investigating their correlation with reported musculoskeletal disorders and visual symptoms among computer users in Bangladesh*. Heliyon, 9(11), 2023.
4. Colim, A., et al. *Physical ergonomic improvement and safe design of an assembly workstation through collaborative robotics*. Safety, 7(1), 2021.
5. Hallman, D., et al. *Sick leave due to musculoskeletal pain: determinants of distinct trajectories over 1 year*. Int Arch Occup Environ Health, 92(8), 2019.
6. Russo, F., et al. *Prevalence of work-related musculoskeletal disorders in Italian workers: Is there an underestimation of the related occupational risk factors?* BMC Musculoskele, 21(738), 2020.
7. Tompa, E., Mofidi, A., & van den Heuvel, S. *Economic burden of work injuries and diseases: a framework and application in five European Union countries*. BMC Public Health, 21(49), 2021.
8. Daneshmandi, H., et al. *Proper sit–stand work schedule to reduce the negative outcomes of sedentary behavior: a randomized clinical trial*. Int J Occup Saf Ergon, 27(4), 2019.
9. Keller, K., et al. *Ergonomic Assessment and Workstation*. Studies in Systems, Decision and Control, 410, 2019.
10. Bortolini, M., et al. *Ergonomic design of an adaptive automation assembly system*. Machines, 11(9), 2023.
11. Chia, F. *A comprehensive review of ergonomics principles and applications on optimizing workplace performance and well-being*. IRE Journals, 8(2), 2024.

12. Bai, Y., Kamarudin, K., & Alli, H. *A systematic review of research on sitting and working furniture ergonomic from 2012 to 2022: Analysis of assessment approaches*. *Heliyon*, 10(7), 2024.
13. Alipour, P., et al. *Ergonomic Design of Manual Assembly Workstation Using Digital Human Modeling*. *Annals of Global Health*, 87(1), 2021.
14. Jajoo, B., Bhatbolan, S., & Bachagoudar, R. *Ergonomic evaluation of workstation components in work from home settings during COVID-19 and its correlation with musculoskeletal symptoms: A self-reliant approach*. In *Ergonomics for Design and Innovation*, 391, 2022.
15. Edwards, C., Fortingo, N., & Franklin, E. *Ergonomics*. StatPearls, 2024.
16. Colim, A., et al. *Ergonomic Assessment and Workstation Design in a Furniture Manufacturing Industry—A Case Study*. In *Studies in Systems, Decision and Control*; Springer International Publishing, 202, 2019.
17. Realyvásquez, A., et al. *Work standardization and anthropometric workstation design as an integrated approach to sustainable work*. *Sustainability*, 12(9), 2020.
18. Parvez, M., Rahman, A., & Tasnim, N. *Ergonomic mismatch between students' anthropometry and university classroom furniture*. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 2019.
19. Abate, A. *Ergonomic Evaluation of Workstation for Sewing Machine Operators in Ethiopia*. *Clin Case Rep Int.*, 6(1437), 2022.
20. ICONTEC. *Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional (GTC 45)*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2012.
21. Occupational Safety and Health Administration. *A safe workplace is sound business*, 2020. Retrieved from <https://www.osha.gov/safety-management>.
22. TAWI. *Elevadores eléctricos móviles*, 2020. Retrieved from <https://www.tawi.com/es/equipos/carretillas-elevadoras-electricas/carretillas-elevadoras/>.
23. Diego-Mas, J. A. *Ergonautas*. 2015. Retrieved from <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>.
24. Diego-Mas, J. A. *Ergonautas*. 2015. Retrieved from <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php>.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Costos

ANÁLISIS DE COSTOS						
Detalle	Costo Estimado			Costo Real		
	Cantidad	Precio Unitarios	Costo Total	Cantidad	Precios Unitarios	Costo Total
Maquina Cosedora	1	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00	1	\$ 3.520,00	\$ 3.520,00
Canaletas y Cableado	1	\$ 500,00	\$ 500,00	1	\$ 450,00	\$ 450,00
Diseño de Brazo	1	\$ 150,00	\$ 150,00	1	\$ 135,00	\$ 135,00
Brazo virador de fundas	1	\$ 500,00	\$ 500,00	1	\$ 500,00	\$ 500,00
Soportes para instalación	8	\$ 60,00	\$ 480,00	8	\$ 58,50	\$ 468,00
Mano de Obra /día	10	\$ 40,00	\$ 400,00	10	\$ 40,00	\$ 400,00
Materiales Menores	1	\$ 300,00	\$ 300,00	1	\$ 300,00	\$ 300,00
Transporte y Viáticos	1	\$ 300,00	\$ 300,00	1	\$ 300,00	\$ 300,00
Capacitación Supervisor de Área	8	\$ 9,39	\$ 75,12	8	\$ 9,39	\$ 75,12
Capacitación Higienista	8	\$ 6,85	\$ 54,80	8	\$ 6,85	\$ 54,80
Capacitación Operador	8	\$ 7,30	\$ 58,40	8	\$ 7,30	\$ 58,40
TOTAL			\$ 6.318,32			\$ 6.261,32

Anexo 2. Análisis en la eficiencia antes y después.

EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD							
Productividad Antes de la Implementación				Productividad Después de la Implementación			
Producto	Cantidad Fundas / hora	Costo por unidad	Costo Total	Producto	Cantidad Fundas / hora	Costo por unidad	Costo Total
Leche en polvo al 28% de humedad	60	\$ 150,00	\$ 9.000	Leche en polvo al 28% de humedad	69	\$ 150,00	\$ 10.350
Leche en polvo al 1% de humedad	50	\$ 165,00	\$ 8.250	Leche en polvo al 1% de humedad	58	\$ 165,00	\$ 9.570
Horas de Trabajo al Día	24			Horas de Trabajo al Día	24		
Días de Trabajo al mes	13			Días de Trabajo al mes	13		
Cantidad total	34320			Cantidad total	39624		
Costo Total mes	\$	5.382.000		Costo Total mes	\$	6.215.040	

Anexo 3. Pruebas de funcionamiento de brazo y cosedora automática con otros operadores



Llenado de fundas de 25kg



Pesaje de fundas



Amarrado de fundas plásticas internas



Doblez de fundas previo a pasar por la cosedora



Envío de fundas para cosido



Ingreso de fundas a cosedora automática



Paso de fundas por cosedora automática



Salida de fundas de la cosedora e ingreso a brazo virador



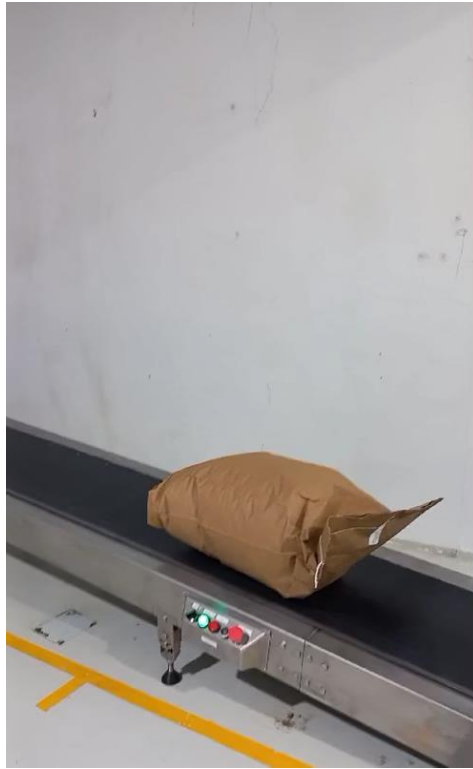
Ingreso de fundas al brazo virador



Paso de fundas por brazo virador



Salida de fundas acostadas desde el brazo virador



Transporte de fundas por banda transportadora



Fin del proceso