



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DIAGNÓSTICO DE FACTORES DE RIESGO DE ENFERMEDADES LABORALES,  
APLICANDO LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE EXTREMIDADES  
SUPERIORES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

**Allan Humberto Sánchez Mejía**

Asesorado por el Ing. Jorge Mario García Chinchilla

Guatemala, octubre de 2016



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIAGNÓSTICO DE FACTORES DE RIESGO DE ENFERMEDADES LABORALES,  
APLICANDO LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE EXTREMIDADES  
SUPERIORES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ALLAN HUMBERTO SÁNCHEZ MEJÍA**  
ASESORADO POR EL ING. JORGE MARIO GARCÍA CHINCHILLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado De León
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López



## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DIAGNÓSTICO DE FACTORES DE RIESGO DE ENFERMEDADES LABORALES,  
APLICANDO LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE EXTREMIDADES  
SUPERIORES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 4 marzo de 2016.

  
Allan Humberto Sánchez Mejía





Guatemala, mayo de 2016

Ingeniero  
Juan José Peralta Dardon  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Estimado Ing. Peralta:

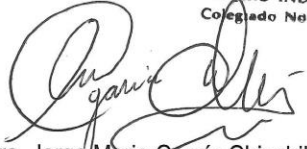
Me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he asesorado el estudio realizado como trabajo de graduación del estudiante Allan Humberto Sánchez Mejía, titulado **"DIAGNÓSTICO DE FACTORES DE RIESGO DE ENFERMEDADES LABORALES, APLICANDO LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE EXTREMIDADES SUPERIORES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA"**, consta de cinco capítulos en los cuales llena los aspectos técnicos requeridos para cumplir los objetivos planteados.

En virtud de lo anterior, doy mi aprobación, solicitando darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme,

Atentamente

*Jorge Mario García Chinchilla*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Colegiado No 8566



Ingeniero Jorge Mario García Chinchilla  
Colegiado Activo 8566  
Asesor



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

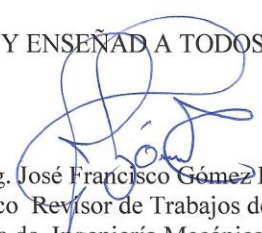


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.115.016

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DIAGNÓSTICO DE FACTORES DE RIESGO DE ENFERMEDADES LABORALES, APLICANDO LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE EXTREMIDADES SUPERIORES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**, presentado por el estudiante universitario **Allan Humberto Sánchez Mejía**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

*José Francisco Gómez Rivera*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Colegiado No. 1569

Guatemala, agosto de 2016.

/mgp



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.191.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DIAGNÓSTICO DE FACTORES DE RIESGO DE ENFERMEDADES LABORALES, APLICANDO LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE EXTREMIDADES SUPERIORES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**, presentado por el estudiante universitario **Allan Humberto Sánchez Mejía**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2016.

/mgp



Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.512-2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DIAGNÓSTICO DE FACTORES DE RIESGO DE ENFERMEDADES LABORALES, APLICANDO LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE EXTREMIDADES SUPERIORES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**, presentado por el estudiante universitario: **Allan Humberto Sánchez Mejía**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
DECANO



Guatemala, octubre de 2016

/cc





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Padre por permitirme alcanzar esta meta, por tu amor infinito, a ti debo todo, gracias.
- Mis padres** Egberto Rocaél Sánchez y Carmen Elena Mejía por siempre estar ahí y dar siempre esas palabras de motivación y alivio, por mostrarme con su ejemplo las herramientas para alcanzar el éxito, este triunfo es de ustedes, sin su arduo trabajo no hubiera sido posible alcanzar este éxito. Este éxito ¡es suyo!.
- Mis hermanos** Javier y Fabiola Sánchez, por el apoyo incondicional, por las alegrías y acompañarme durante esta bonita experiencia, deseo servirles de ejemplo.
- Mis abuelos** José Humberto Mejía Santizo (q. e. p. d.), te dedico este trabajo, deseo que estés orgulloso de mí, te extraño. María Natividad Mendoza Cobón, por tu cariño sin igual, gracias a ambos por su sabios consejos y mostrarme como se ejecuta la dirección de negocios. Enedina Díaz Arrivillaga (q. e. p. d.), y Cristóbal Sanchez Escobar por enseñarme la disciplina del estudio, gracias por su paciencia, consejo y

cariño.

**Mis tíos**

Por sus sabios consejos y creer en mí, a lo largo de mi vida y durante mis estudios.

**Mi sobrino**

Felipe Sánchez, deseo que sigas estos pasos y espero apoyarte para alcanzar esta meta.

**Mis amigos**

Gracias por acompañarme en los momentos alegres y difíciles de mi vida; gracias por su apoyo, cuenten con mi amistad y mi total aprecio.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Padre por ser infinitamente bueno conmigo y por permitirme alcanzar esta meta juntos, a ti debo todo, gracias.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por el honor de ser un egresado de esta prestigiosa casa de estudios.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme todos los conocimientos necesarios para formarme profesionalmente.
<b>Mi asesor</b>	Ingeniero Jorge Mario Chinchilla, por brindarme su ayuda, confianza y compartir sus conocimientos a lo largo de este proceso.
<b>La empresa</b>	Por confiar en mí y permitir que con este trabajo de graduación pueda apoyar a la salud e higiene del sector productivo de nuestro país.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Generalidades .....	1
1.2. Legislación sobre ergonomía en Guatemala .....	2
1.2.1. <i>Código de trabajo de Guatemala</i> .....	3
1.2.2. Ley orgánica y leyes del IGSS.....	4
1.2.3. <i>Acuerdo gubernativo 229-2014 del Gobierno de Guatemala</i> .....	6
1.3. Aspectos básicos de ergonomía y antropometría.....	6
1.3.1. Causas básicas que afectan la salud .....	6
1.3.2. Lesiones más comunes .....	8
1.3.3. Consecuencias .....	11
1.3.4. Costo de recuperación.....	12
2. PROCESO PRODUCTIVO .....	15
2.1. Descripción del proceso .....	15
2.1.1. Descripción de las operaciones del proceso .....	16
2.1.2. Distribución de la planta .....	17
2.1.3. Líneas de producción seleccionadas.....	18

2.1.4.	Análisis del personal .....	19
2.1.5.	Jornadas de trabajo.....	20
2.2.	Condiciones ambientales .....	20
2.2.1.	Condiciones de seguridad e higiene .....	21
2.2.2.	Protección personal.....	22
2.2.3.	Prevención de accidentes .....	23
2.2.4.	Disergonomía.....	24
3.	ANÁLISIS POSTURAL Y DIAGNÓSTICO ERGONÓMICO MEDIANTE EL MÉTODO RULA .....	25
3.1.	Observación .....	25
3.2.	Análisis de disergonomía postural .....	26
3.2.1.	Brazo .....	27
3.2.2.	Antebrazo .....	28
3.2.3.	Muñeca.....	29
3.2.4.	Cuello .....	30
3.2.5.	Tronco .....	31
3.2.6.	Piernas .....	32
4.	RESULTADOS E INTERPRETACIÓN.....	35
4.1.	Determinación del grado de disergonomía.....	35
4.1.1.	Clasificación de riesgo en brazo, antebrazo y muñeca.....	37
4.1.2.	Clasificación de riesgo en cuello, tronco y piernas.....	40
5.	IMPLEMENTACIÓN.....	57
5.1.	Clasificación y ponderación de riesgo global .....	57
5.2.	Priorización de mejoras.....	62

5.3.	Modificación de estaciones de trabajo.....	63
5.4.	Capacitación del personal .....	65
5.5.	Costos de implementación de mejoras ergonómicas .....	69
CONCLUSIONES .....		71
RECOMENDACIONES.....		73
BIBLIOGRAFÍA.....		75





## INDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Diagrama de distribución física de maquinaria.....	18
2.	Hoja de campo para recolección de datos del método RULA .....	26
3.	Condiciones para puntuar la disergonomía en brazos. ....	28
4.	Condiciones para puntuar la disergonomía en antebrazos. ....	29
5.	Condiciones para puntuar la disergonomía en muñeca .....	30
6.	Condiciones especiales para agregar puntuación la disergonomía en muñecas.....	30
7.	Condiciones para puntuar la disergonomía en cuello. ....	31
8.	Condiciones para puntuar la disergonomía en tronco. ....	32
9.	Condiciones especiales para agregar de ponderación de disergonomía en piernas.....	33
10.	Cantidad de trabajadores respecto a la altura.....	35
11.	Porcentaje de trabajadores dentro de cada intervalo de altura. ....	36
12.	Clasificación porcentual de los resultados. ....	45
13.	Variación de grado de disergonomía respecto a la muestra. ....	46
14.	Correlación entre puntuación final y altura de trabajadores. ....	50
15.	Esfuerzo máximo que deben de mantener los trabajadores. ....	54
16.	Trabajador al momento de recibir el producto.....	59
17.	Postura de las muñecas al momento de recibir el producto.....	60
18.	Postura adoptada por el trabajador acomodando sus piernas para lograr descansar. ....	61
19.	Bosquejo con medidas de banco ergonómico propuesto.....	63
20.	Diseño de banco ergonómico propuesto en acero inoxidable.....	64

21. Diferencia de cargas vertebrales entre posturas al estar laborando. ... 65

## TABLAS

I.	Consecuencias a la salud por mala ergonomía .....	7
II.	Rangos de trabajadores y su porcentaje en cada intervalo de edad. ...	36
III.	Resultados de clasificación de riesgo en grupo A. ....	38
IV.	Resultados de clasificación de riesgo en grupo B. ....	41
V.	Resultados de clasificación total del método RULA.....	45
VI.	Puntuación final y altura de los trabajadores. ....	47
VII.	Esfuerzo realizado por los trabajadores al realizar su trabajo. ....	53
VIII.	Priorización de mejoras propuestas para minimizar los problemas disergonómicos identificados. ....	62
IX.	Rutina de pausas activas corporal completa. ....	67
X.	Detalle de materiales y costos asociados. ....	70

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
°C	Grados Celsius
%	Porcentaje
Q	Quetzal



## GLOSARIO

<b>Análisis de riesgo</b>	Proceso general de estimar la magnitud de un riesgo y decidir si este es tolerable o no
<b>Antebrazo</b>	Es una de las cuatro porciones en que se divide el miembro superior o torácico, siendo de ellas la tercera. El antebrazo está limitado por su cara superior con el brazo mediante el codo y por su cara inferior con la mano mediante la articulación de la muñeca.
<b>Antropometría</b>	Es el estudio de las proporciones y las medidas del cuerpo humano
<b>Brazo</b>	Es el segundo segmento del miembro superior, entre el hombro y el codo. Se articula con la primera en la escápula y con el segundo en el cúbito.
<b>Correlación</b>	El coeficiente de correlación es un índice estadístico que mide la relación entre dos variables aleatorias.
<b>Costo</b>	Es el gasto o desembolso económico que representa la fabricación de un producto, solventar una situación o la prestación de un servicio.

<b>Cuartil</b>	Tres valores que dividen el conjunto de datos ordenados en cuatro partes.
<b>Cuello</b>	Parte del cuerpo que une la cabeza con el tronco, en el hombre y otros vertebrados.
<b>Esfuerzo</b>	Realizar en el trabajo movimientos frecuentes y rápidos, repetitivos, levantar y soportar cargas pesadas, o llevarlas durante un tiempo prolongado, mantener posturas estáticas y forzadas.
<b>Mediana</b>	Es el valor central de la muestra, donde el valor es mayor o igual que el 50 por ciento de las observaciones y menor o igual al otro 50 por ciento.
<b>Metodología</b>	Conjunto de procedimientos basados en principios lógicos, utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen una exposición doctrinal.
<b>Muñeca</b>	Es la articulación que une cúbito y radio al carpo, es decir, el antebrazo y la mano.
<b>Pierna</b>	Extremidad inferior del cuerpo humano, que va desde el tronco hasta el pie; en algunos contextos se considera que incluye también el pie, y en otros se excluye de ella el muslo.
<b>Producción</b>	Actividad que transforma determinados bienes recursos en otros que poseen una utilidad.

<b>Riesgo</b>	Combinación de la probabilidad y la(s) consecuencia(s) de que ocurra un evento peligroso especificado.
<b>Riesgo tolerable</b>	Riesgo que se ha reducido a un nivel que la organización puede soportar respecto a sus obligaciones legales y su propia política de Seguridad y Salud Ocupacional.
<b>Seguridad y salud ocupacional</b>	Condiciones y factores que inciden en el bienestar de los empleados, trabajadores temporales, personal contratista, visitantes y cualquier otra persona en el sitio de trabajo.
<b>Tronco</b>	Conocido también como torso, es el cuerpo de una persona, considerado sin la cabeza y sin las extremidades.





## **RESUMEN**

Este trabajo de graduación consiste en la evaluación de las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo del personal responsable de realizar el empaque de tres líneas de producción en una industria de alimentos, con la finalidad de determinar las condiciones de trabajo de quienes laboran en sus procesos.

Asimismo, para lograr cumplir con los objetivos propuestos, se hizo uso de observación directa, registros específicos que el método RULA establece y análisis de lo recabado. Para lograr esto, se inició estableciendo las medidas antropométricas de los trabajadores estudiados.

Dependiendo de las características de los riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores y en aras de mejorar las condiciones en las cuales laboran, se realiza el planteamiento de propuestas concretas para la mejora respecto a las condiciones ergonómicas, en específico, a las posturas adoptadas por los trabajadores y del diseño de las estaciones de trabajo.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diagnosticar factores de riesgo de enfermedades laborales relacionadas a disergonomía, aplicando la metodología de evaluación rápida de extremidades superiores en tres líneas del Área de Producción.

### **Específicos**

1. Evaluar el grado de disergonomía en las operaciones que dependan solo del trabajador en tres líneas de producción relacionadas con muñecas, brazos y antebrazos.
2. Evaluar el grado de disergonomía en las operaciones que dependan solo del trabajador en tres líneas de producción relacionadas con cuello, tronco y piernas.
3. Determinar el esfuerzo realizado por el trabajador para realizar una actividad del proceso en las tres líneas de producción seleccionadas.
4. Determinar el costo de implementación de las correcciones que se deben de realizar para mejorar ergonómicamente el proceso por línea.



## INTRODUCCIÓN

El diagnóstico se llevará a cabo en el Área de Producción de una industria alimenticia dedicada a la fabricación de productos derivados de lácteos, siendo esta área donde se reúnen la mayor cantidad de trabajadores en la empresa, convirtiéndose en un eje principal en sus operaciones. Los procesos como la maquinaria en esta área se han mejorado continuamente, siendo los encargados de realizar las modificaciones al equipo los especialistas del Área de Mantenimiento; estas modificaciones se realizan sin tomar en cuenta la antropometría promedio de los usuarios que operan la maquinaria, o forman parte de las operaciones conjunta con la maquinaria de cada línea de producción.

El principal problema que se ha identificado dentro del Área de Producción es que existe un riesgo ergonómico constante, provocando por la falta ergonomía a la fase de diseño de modificaciones o alteraciones que se realizan al equipo para prepararlo para un nuevo producto o reparaciones que ameritan modificar la estructura física, ocasionando situaciones que exijan al trabajador mantener posturas lesivas o realizar movimientos repetitivos forzados que puedan producir lesiones músculo esqueléticas o articulares al personal que opera la máquina a lo largo de la jornada de trabajo y estadía laboral dentro de la empresa.

Es de suma importancia iniciar el estudio de los factores que afectan silenciosamente al trabajador, ya que se encuentra vulnerable, situación en la cual el trabajador sufre consecuencias fuertes, tales como: intervenciones quirúrgicas, largas terapias para devolver parcialmente su movilidad y

suspensiones con repercusión en su salud y economía, debido a posiciones con un pobre diseño ergonómico. Es por esto, que se plantea el siguiente trabajo de graduación que contiene la investigación y diagnóstico de factores de riesgo ergonómicos que puedan provocar enfermedades profesionales.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1 Generalidades

El hombre, a lo largo de la historia, se ha visto acompañado por las lesiones durante sus labores. Al ejecutar actividades productivas es evidente que el riesgo puede atentar contra la salud y el bienestar. Conforme se ha ido haciendo más compleja la realización de las actividades de producción, se han multiplicado los riesgos para el trabajador y se han producido numerosos accidentes y enfermedades ocupacionales.

Sin embargo, a pesar de la importancia que representa para el hombre el mantenimiento de condiciones saludables y seguras, cronológicamente hablando, el reconocimiento de dichos factores es un hecho muy reciente y se puede llegar a apreciar su evolución por el estudio de la seguridad e higiene industrial. La introducción de la maquinaria para la producción de artículos cambió el cuadro industrial. En las postrimerías del siglo XVII se desarrolló en Inglaterra el sistema de fábricas, descuidándose el bienestar físico de los trabajadores de las empresas.

Los accidentes y enfermedades diezaban a los grupos laborales sometidos a trabajos de largas horas sin protección, con ventilación e iluminación impropia y movimientos lesivos para su salud.

Con el avance industrial, la tarea de los trabajadores se fue haciendo más especializada, por lo que un accidente repercutía directamente en la producción, dado que esta era interrumpida y se provocaban pérdidas

económicas para la empresa, de tal monto que los patrones se fueron interesando cada vez más por el control de las causas de los accidentes, así como por reducir los riesgos de actividades a los que estaban expuestos al medio ambiente laboral hasta llegar a lo que se ha manejado como higiene y seguridad industrial. Contribuyeron también con este proceso las asociaciones de trabajadores, que buscaban proteger al empleado y obligaban al patrono a colaborar y velar por la seguridad e higiene en sus instalaciones productivas. También el hecho de que la comunicación global tuvo un auge explosivo en el siglo XX, por medio de la radio y la televisión, lo que permitió, a las gerencias, hacer énfasis en la imagen de las empresas.

## **1.2. Legislación sobre ergonomía en Guatemala**

La inquietud de los gobiernos de Guatemala, El Salvador; Honduras, Nicaragua y Costa Rica, reunió en Washington, en 1923, a los representantes de estos países para celebrar la convención de unificación de leyes protectoras de los obreros y trabajadores en Centroamérica. Así empezó el esfuerzo común por unificar y modificar las condiciones de trabajo.

El derecho de trabajo en Guatemala avanzó considerablemente a partir de estas manifestaciones en la codificación de las normas del trabajo. Posteriormente el *Código de trabajo de la República de Guatemala* reafirmó estos principios; entró en vigor el 16 de agosto de 1961. Fue reformado con el decreto 1441 del 5 de mayo de 1971 y contiene las medidas de seguridad industrial en su capítulo I. Actualmente la legislación acerca del tema para la República de Guatemala se encuentra en el título quinto, Higiene y Seguridad en el trabajo, Capítulo Único, desde el artículo 197 al 205 que tiene como ente regulador y fiscalizador a la Inspección General del Trabajo, es decir, Ministerio de Trabajo y Previsión Social y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.



### **1.2.1. Código de trabajo de Guatemala**

Se tiene contemplado el derecho del trabajador en el título quinto: Higiene y Seguridad en el trabajo (1996.)

Los artículos 197 al 205 se describen a continuación:

“Artículo 197. Se obliga a los patronos a adoptar las precauciones que sean necesarias para proteger la vida, salud y moralidad de los trabajadores. Para este plazo debe proceder; dentro del plazo que determina la Inspección General del Trabajo y de acuerdo con el reglamento o reglamentos de este capítulo, a introducir por su cuenta, todas las medidas de higiene y seguridad en los lugares de trabajo que sirvan para dar cumplimiento a la obligación anterior.

Artículo 198. Deben de acatar y cumplir las medidas y reglamentos que el IGSS les indique con el fin de prevenir el acaecimiento de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales.

Artículo 199. Los trabajos a domicilio o de familia quedan sometidos a las disposiciones de los dos artículos anteriores, pero las respectivas obligaciones recaen, según el caso, sobre los trabajadores o jefes de familia.

Artículo 200. Se les prohíbe a los patronos permitir que sus trabajadores duerman o coman en sus propios lugares de trabajo. Para una u otra cosa, aquellos deben habilitar locales especiales.

Artículo 201. Son labores, instalaciones o industrias insalubres las que por su propia naturaleza puedan originar condiciones capaces de amenazar o dañar la salud de los trabajadores, o debido a los materiales utilizados, elaborados o desprendidos, o a los residuos sólidos, líquidos o gaseosos. Son labores, instalaciones o industrias peligrosas las que dañen o puedan dañar de modo inmediato y grave la vida de los trabajadores, sea por su propia naturaleza o por los materiales empleados, elaborados o desprendidos, o los residuos sólidos, líquidos o gaseosos; o por el almacenamiento de sustancias tóxicas, corrosivas,

inflamables o explosivos en cualquier forma que este se haga. El reglamento debe determinar cuáles trabajos son insalubres, cuáles son peligrosos y las sustancias cuya elaboración se prohíbe, se restringe o se somete a ciertos requisitos y, en general, todas las normas a que deben sujetarse estas actividades.

Artículo 202. Se prohíbe que los trabajadores carguen mercaderías que sean consideradas pesadas, dependiendo de la edad, sexo y condiciones físicas del trabajador.

Artículo 203. Están obligados a solicitar a sus empleados, especialmente a los que se ocupen de fabricación y expendio de productos alimenticios para el consumo público, un certificado médico que indique que no padecen enfermedades infecto-contagiosas.

Artículo 204. Todas las autoridades de trabajo y sanitarias deben colaborar a fin de obtener el adecuado cumplimiento de las disposiciones de este capítulo y sus reglamentos. Estos últimos deben ser dictados por el Organismo Ejecutivo, mediante acuerdos emitidos por conducto del Ministerio de Trabajo y Previsión Social y en el caso del Artículo 198 por el IGSS.

Artículo 205. Los trabajadores agrícolas tienen derecho a habitaciones que reúnan las condiciones higiénicas que fijan los reglamentos de salubridad.<sup>1</sup>

### **1.2.2. Ley orgánica y leyes del IGSS**

En este conjunto de leyes se encuentra una variedad de artículos dedicados a definir los accidentes y lesiones en los empleados, así como las obligaciones de los patronos, además de especificar los casos individuales de cualquier necesidad física de los empleados en términos de la salud de los mismos. De los artículos más importantes del *Reglamento del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)*, se detallan los siguientes:

---

<sup>1</sup> Congreso de la República. Código de Trabajo de Guatemala.

“Artículo 13. Se entiende por incapacidad temporal, la que dura el periodo dentro del cual la víctima de un accidente requiere y recibe tratamiento médico o asistencia hospitalaria y que termina con la completa consolidación u cicatrización de las lesiones o con la curación de los trastornos funcionales del accidentado; o con la aptitud de este para volver al trabajo; o con la declaratoria de la incapacidad permanente, todo según lo disponga el médico que designe el Instituto al expedir el dictamen final que corresponda; e incapacidad permanente, total o parcial; la mutilación o daño físico irreparable o el trastorno funcional definitivo que se haya producido en la víctima de un accidente, como consecuencia de este, siempre que, según dictamen del médico que designe el Instituto, emitido al dar por concluido la incapacidad temporal, dichas lesiones o trastornos hayan alcanzado el referido estado final.

Artículo 14. Para los efectos del reglamento, rehabilitación es el proceso que tiende a capacitar de nuevo a un trabajador física y psíquicamente para la vida activa del trabajo y que, en consecuencia, comprende: re-educación de órganos lesionados, como una de las fases del tratamiento médico, la sustitución o complemento de órganos mutilados, por medio de aparatos protésicos u ortopédicos, siempre que ello sea posible y necesario; y la readaptación profesional, como el conjunto de esfuerzos tendientes a convertir de nuevo al trabajador en una persona económicamente activa y a procurar conseguirle una ocupación compatible con sus aptitudes.

En el capítulo cuatro de la ley orgánica del IGSS, se encuentra la sección uno de beneficios, la sección dos de prevención y protección, la sección tres de primeros auxilios, la sección cuatro de incapacidad temporal, la sección cinco de la incapacidad permanente prolongada, la sección seis de rehabilitación, la sección siete de muerte y de la sección ocho a la diez, se definen las sanciones y obligaciones al y del patrono.”<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. *Reglamento del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.*

### **1.2.3. Acuerdo gubernativo número 229-2014 del Gobierno de Guatemala**

Artículo 4. Todo patrono o su representante, intermediario o contratista debe adoptar y poner en práctica en los lugares de trabajo, las medidas de SSO para proteger la vida, la salud y la integridad de sus trabajadores, especialmente en lo relativo a:

- a) Las operaciones y proceso de trabajo.
- b) Suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal.
- c) Las edificaciones, instalaciones y condiciones ambientales.
- d) La colocación y mantenimiento de resguardos, protecciones y sistemas de emergencia a máquinas, equipos e instalaciones.<sup>3</sup>

### **1.3. Aspectos básicos de ergonomía y antropometría**

La ergonomía es un arte que busca que el hombre y la tecnología trabajen en completa armonía, analizando aquellos aspectos que abarcan el entorno artificial construido por el hombre y la interacción directa con las actividades que se desarrollen en dicho entorno. Este análisis se apoya en la antropometría, que es la encargada de medir las dimensiones corporales para adaptar de manera más precisa ese entorno sintético y las herramientas para desarrollar sus actividades.

#### **1.3.1. Causas básicas que afectan la salud**

Se realiza un cuadro para facilitar la clasificación de las causas que pueden afectar la salud del trabajador con base en el tema principal de investigación que es las lesiones musculo esqueléticas, el cual se presenta a continuación:

---

<sup>3</sup> Gobierno de Guatemala. *Acuerdo gubernativo número 229-2014.*

Tabla I. **Consecuencias a la salud por mala ergonomía**

Tipo de Riesgo	Características del trabajo	Elementos del trabajo	Posibles daños a la salud
<b>GARGA POSTURAL</b>	1. Movilidad restringida  2. Posturas inadecuadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio del entorno</li> <li>• Silla de trabajo</li> <li>• Mesa de trabajo</li> <li>• Ubicación del ordenador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incomodidad</li> <li>• Molestias y lesiones musculares</li> <li>• Trastornos circulatorios</li> </ul>
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	1. Iluminación  2. Ruido  3. Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflejos y deslumbramientos</li> <li>• Mala iluminación</li> <li>• Fuertes contrastes</li> <li>• Regulación temperatura</li> <li>• Excesiva velocidad del aire</li> <li>• Falta de limpieza</li> <li>• Existencia de fuentes de ruido</li> <li>• Acondicionamiento acústico</li> <li>• Temperatura por debajo de los 4 °C</li> <li>• Temperatura por encima de los 28 °C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteraciones visuales</li> <li>• Fatiga visual</li> <li>• Incomodidad y malestar</li> <li>• Trastornos respiratorios</li> <li>• Molestias oculares</li> <li>• Dificultades para concentrarse</li> <li>• Mayor probabilidad de lesiones musculares</li> </ul>
<b>CONDICIONES PSICOSOCIALES</b>	1. Tipo de tarea  2. Organización de Trabajo  3. Carga laboral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas informáticos</li> <li>• Procedimientos de trabajo</li> <li>• Tipo de organización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insatisfacción</li> <li>• Alteraciones físicas</li> <li>• Trastornos del sueño</li> <li>• Nerviosismo</li> <li>• Depresión</li> <li>• Disminución del rendimiento</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### 1.3.2. Lesiones más comunes

En el desarrollo de las actividades cotidianas y normales en las diferentes estaciones de trabajo no solo en producción sino también en actividades administrativas se está propenso a lesiones, al no tener en cuenta los problemas de salud a los que se está expuesto al realizar una determinada actividad se está expuesto a tener una lesión, a continuación se encuentra una breve clasificación de las más comunes en operaciones productivas:

- Espalda
  - Lumbalgia: es la alteración de un nervio por la deformación y compresión de la columna vertebral en su región lumbar. Una de las causas más comunes de la lumbalgia aguda es la distensión de un ligamento o de un músculo de la espalda. Al levantar algo pesado, torcerse o realizar un movimiento brusco, puede producir un estiramiento de los músculos o ligamentos o provocar desgarros microscópicos.
  - Lordosis: es la deformación de la columna vertebral en su posición dorsal hacia adelante. La lordosis puede causar dolor que a veces afecta a la capacidad de moverse. Por lo general se encuentra en la parte posterior inferior, donde la curva hacia el interior puede hacer que los glúteos parezcan más prominentes, también se puede presentar en el área cervical.
  
- Mano y muñeca
  - Síndrome del túnel carpiano: se origina por la compresión del nervio mediano en el túnel carpiano de la muñeca. Los síntomas son dolor,

entumecimiento y hormigueo de parte de la mano. Las causas se relacionan con los esfuerzos repetidos de la muñeca en posturas forzadas.

- Tendinitis: es una inflamación de un tendón debida, entre otras causas posibles, a que está repetidamente en tensión, doblado, en contacto con una superficie dura o sometido a vibraciones.
  - Tenosinovitis: en este caso se produce excesivo líquido sinovial por parte de la vaina tendinosa, que se acumula produciendo tumefacción y dolor. Las causas son la aplicación repetida de fuerza con la muñeca en posturas de forzadas.
  - Ganglión: hinchazón de una vaina de un tendón, que se llena de líquido sinovial; el área afectada se hincha produciendo un bulto bajo la piel, generalmente en la parte dorsal o radial de la muñeca.
- Brazo y codo
    - Epicondilitis: con el desgaste o uso excesivo, los tendones del codo se irritan produciendo dolor a lo largo del brazo. Las actividades que pueden desencadenar este síndrome son movimientos de impacto o sacudidas, supinación o pronación repetida del brazo, y movimientos de extensión forzados de la muñeca. Codo de tenista es un ejemplo de epicondilitis; los síntomas aparecen en el epicóndilo.
    - Síndrome del túnel radial: aparece al atraparse periféricamente el nervio radial y se origina por movimientos rotatorios repetidos del

brazo, flexión repetida de la muñeca con pronación o extensión de la muñeca con supinación.

- Síndrome del pronador redondo: aparece cuando se comprime el nervio mediano en su paso a través de los dos vientres musculares del pronador redondo del antebrazo.
  - Tenosinovitis del extensor: originados por movimientos rotatorios repetidos del brazo.
  - Bursitis del codo: se produce generalmente en el trabajo de oficinista cuando se apoyan mucho los codos.
- Hombros y cuello
    - Tendinitis del manguito de rotadores: el manguito de rotadores lo forman cuatro tendones que se unen en la articulación del hombro. Los trastornos aparecen en trabajos donde los codos deben estar en posición elevada.
    - Síndrome cervical por tensión: se origina por tensiones repetidas del músculo elevador de la escápula y del grupo de fibras musculares del trapecio en la zona del cuello. Aparece al realizar trabajos por encima del nivel de la cabeza repetida o sostenidamente, cuando el cuello se mantiene doblado hacia delante, o al transportar objetos pesados.



### **1.3.3. Consecuencias**

Como producto originado por un accidente se tiene los daños materiales y lesiones, los cuales siempre representaran pérdida monetaria para la empresa, la lesión ergonómica de un trabajador puede dañar la productividad en una línea de producción, ya que al faltar un integrante este no se puede remplazar tan fácilmente, las recuperaciones son prolongadas debido a nuestro deficiente sistema de salud pública e IGSS ya que por burocracia llegan a pasar hasta un año sin un tratamiento correctivo, siendo un nuevo factor importante a considerar, ya que perjudica al patrono como al trabajador, prolongando la reinserción laboral disminuyendo el recurso económico en el hogar del trabajador y disminuyendo la actividad productiva de la empresa.

La seguridad y salud en el trabajo desde un punto de vista general está basada en la denominada Teoría de la Casualidad. Esta teoría se estructura en tres principios:

- Principio de la casualidad natural: todo accidente, es un fenómeno natural que se origina por causas naturales; y como tal son eliminables.
- Principio de la multicasualidad: un accidente se produce por múltiples causas; entre las múltiples causas concatenadas entre sí, siempre alguna causa principal, que si se elimina se habrá eliminado el accidente y sus consecuencias.
- Teorema factorial de las causas principales: las causas principales, actúan como factores de un producto y por consiguiente la eliminación de una sola de ellas, evita el accidente y sus consecuencias.

Estos principios nos dicen que si nos enfocamos en disminuir las causas de los accidentes (disminución de riesgo) logramos prevenir que ocurra cualquier consecuencia que perjudique los ingresos del trabajador y del patrono.

#### **1.3.4. Costo de recuperación**

Representan los gastos operativos en los que incurren al presentarse un accidente o enfermedad profesional. Los costos de un accidente representan para la empresa una pérdidas de recurso humano, tiempo, equipo y económico. Generalmente no se pueden cuantificar las pérdidas por no se lleva un registro a detalle de los accidentes e incidentes, enfermedades profesionales y registros concisos de morbilidad de los trabajadores del Área de Producción.

Los costos de los accidentes se pueden dividir en:

- Costos directos:
  - Transporte y desplazamiento hacia los lugares de atención médica.
  - Las pérdidas en percepciones y prestaciones adicionales al salario base, ya que, el IGSS solo cancela  $\frac{3}{4}$  del salario nominal.
  - Los gastos por la adquisición de algunos materiales complementarios al tratamiento en caso no se cuenten con estos específicamente en el hospital y sea de urgencia su utilización.
  - Los gastos por asesoría jurídica en caso de demandas de carácter laboral.
  - Tiempo muerto de maquinaria debido al paro de la línea de producción por el accidente.
  - Costos asegurados: prestaciones médicas, prestaciones económicas y costos administrativos para el IGSS.

- Costos Indirectos:
  - Costo por el tiempo perdido por el trabajador accidentado.
  - Costo perdido por el jefe del departamento, supervisores u otros ejecutivos, Costo del tiempo empleado por el encargado de primeros auxilios.
  - Costo del daño causado a la máquina y herramientas.
  - Costo incidental debido a la transferencia en la producción.
  - Costo que tiene que asumir el patrón de acuerdo con los sistemas de bienes y beneficios a los trabajadores.
  - Costos de inducción y adiestramiento.

Estos costos son invisibles y perjudican indirectamente las finanzas de la empresa y por lo general no están calculados entre los costos de un accidente.

Entre los costos no asegurados también entra los costos humanos, estos costos los constituyen el dolor, el sufrimiento y la frustración. Costos que la familia y el trabajador deben asumir provocando daños a la economía y estado emocional de las personas que están cercanas a la víctima.

La administración, por consiguiente, debe considerar la planeación eficiente del programa de seguridad industrial, teniendo en cuenta todos los costos para satisfacer los intereses de quienes tienen invertido su capital en la empresa.



## **2. PROCESO PRODUCTIVO**

### **2.1. Descripción del proceso**

La elaboración de alimentos se realiza en un proceso continuo de fabricación, las operaciones están concatenadas una con otra hasta que el producto queda terminado para luego ser almacenado por el encargado de almacenaje de cada línea de producción en las bodegas frías que guardan una temperatura inferior a los 18 °C cumpliendo con los requerimientos propuestos por la empresa.

Debido a que el proceso es continuo, existe una gran similitud en el tiempo de realización de cada una de las operaciones y cuando el ritmo de producción disminuye requiriendo mucho más tiempo para generar los productos, se utilizan más operarios en la estación de empaque, que es donde intervienen más trabajadores para mantener el ritmo de la línea de producción.

Las máquinas L1, L2 y L3, son operadas por un trabajador respectivamente en cada una de las consolas centrales de los equipos, este trabajador es el encargado de realizar modificaciones de velocidad, presiones y configuración de los parámetros técnicos de la máquina para que pueda lograr producir un tipo de producto determinado según cada configuración, también tiene a cargo toda el área de tránsito de la consola principal de la máquina, el operador de llenado es el encargado de verificar el proceso de llenado de moldes y temperaturas, también verifica si está funcionando correctamente el equipo dando alerta al operador central en caso este no esté funcionando como se espera, en esta fase, para lograr alcanzar los más altos estándares de

calidad que la empresa mantiene en sus productos. los encargados de calidad realizan muestreos aleatorios para conseguir la cantidad de muestras necesarias para completar su estudio de calidad.

En la parte final del proceso se tiene a uno o más trabajadores quienes empacan el producto final en cajas para su almacenamiento junto a un encargado de llevar el producto a las bodegas para su almacenamiento.

Luego de completar la orden demandada de un producto específico, se procede a un proceso de limpieza el cual dura 30 minutos, para luego realizar las configuraciones correspondientes para el cambio de producto, esta operación es rutinaria pero varia su frecuencia en función a la cantidad del lote que se está produciendo, el equipo encargado de esta actividad cuenta con un equipo de protección especial para utilización de vapor y otros materiales químicos para realizar la limpieza y sanitización de la maquinaria.

La última operación de la jornada es la ardua labor de la limpieza profunda de toda la maquinaria, superficies y piso del Área de Producción, realizada en el transcurso del tercer turno en horario de madrugada, logrando limpiar y sanitizar todo dentro de la planta de producción para estar lista a primera hora para el primer turno del siguiente día.

### **2.1.1. Descripción de las operaciones del proceso**

Todas las operaciones que se realizan para la elaboración de productos son mediante el uso de una máquina industrial específica con cierto número de modificaciones para fabricar un cierto producto para el cual, la máquina fue diseñada, posterior a la fabricación por medio de la maquinaria se procede a

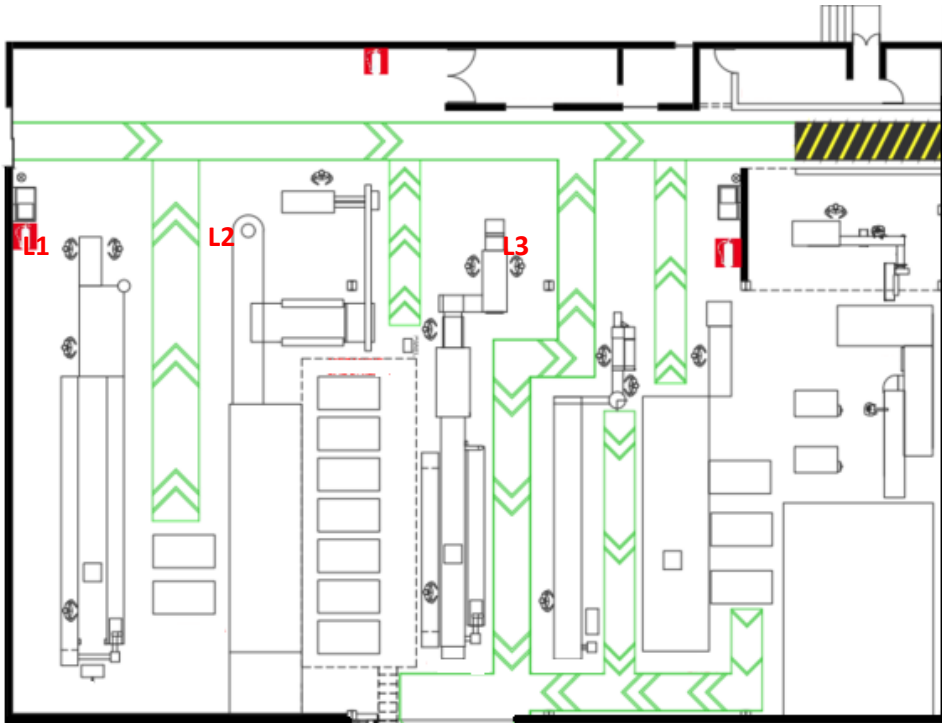
empacar el producto en cajas de corrugado especialmente diseñadas para la cantidad de producto que se necesita en cada presentación de producto.

Las operaciones requieren habilidad y mucha experiencia en el uso de las máquinas, ya que se debe mantener una velocidad constante en todas las operaciones para evitar demoras y mantener el ritmo de producción.

### **2.1.2. Distribución de la planta**

La planta de producción se conforma únicamente por una nave industrial, la infraestructura cuenta con un segundo nivel destinado para jefaturas del Área de Producción, dentro del Área de Producción hay 5 líneas de producción de las cuales 3 son idénticas líneas L1, L2 y L3 las cuales son parte de este estudio y la líneas T1 y SW que no se incluyen como parte del alcance de esta investigación, a continuación se presenta un plano conteniendo lo anterior descrito:

Figura 1. Diagrama de distribución física de maquinaria



Fuente: Departamento de Infraestructura.

### 2.1.3. Líneas de producción seleccionadas

Estas líneas son tres y son idénticas, cada una está compuesta por un grupo de trabajadores, los cuales laboran por turno cubriendo los tres turnos que existe. Estas líneas de producción mantienen una producción constante a lo largo de la jornada, únicamente se detiene para la operación de lavado por cambio de materias primas en cada producto.

Las líneas son máquinas continuas que incluyen un proceso de extrusión de mezcla, un proceso de enfriamiento, empaclado del producto en su empaque



primario y empaçado en grupos que varían desde 12 a 24 unidades de productos terminado en cajas.

La producción arranca cada día a las 6:00 horas y se detiene a las 4:00 horas del día siguiente, dando 2 horas para realizar el proceso de limpieza general de toda la planta de producción y maquinarias. Para este estudio solo se utilizará al personal de empaque.

#### **2.1.4. Análisis del personal**

El personal que labora en la empresa ha sido seleccionado según presentación personal, capacidad en la operación asignada, valores demostrados, experiencia, hábitos de orden y limpieza, responsabilidad y capacidad de aprendizaje.

La escolaridad de los trabajadores del Área de Producción es de tercero primaria como mínimo, ya que académicamente sólo se requiere que la persona sea alfabeta. Cuando un trabajador es nuevo es sometido a una prueba de 2 meses, en este tiempo se espera que el trabajador pueda acoplarse al ritmo y de los resultados esperados. Cuando el trabajador inicia se le brinda una inducción en temas de: historia de la empresa, proceso, equipo de trabajo y protectivo, industrial y de la función específica a desarrollar.

El promedio de altura de los trabajadores analizados según estadísticas realizadas en este estudio es de 1,58 metros.

En su mayoría los trabajadores residen en Sacatepéquez o sus alrededores.

### **2.1.5. Jornadas de trabajo**

Se trabaja toda la semana en tres jornadas de trabajo, matutina 6:00 a 14:00, vespertina 14:00 a 21:00 y nocturna. Los horarios laborales incluyen una hora para comer y 15 minutos para refaccionar. Adicionalmente se labora un número variable de horas extra específico para cada horario, según el requerimiento de producción.

### **2.2. Condiciones ambientales**

Son las condiciones a las que el trabajador debe estar expuesto para laborar dentro del Área de Producción, son ocasionadas por el clima en punto de ubicación geográfica donde está situada la empresa, el tipo de infraestructura de la nave industrial, las condiciones intrincadas del proceso productivo y almacenaje.

Se mantiene una temperatura ambiental relativamente constante de 15 °C, tiene una correcta combinación entre iluminación natural y artificial la cual llega a 525 lux promedio durante el día y 550 lux promedio durante la noche sobre la superficie de trabajo más baja y una adecuada ventilación.

El espacio físico del trabajador es amplio teniendo aproximadamente 1,5 metros cuadrados en las estaciones de trabajo las cuales varían según la geometría de la infraestructura del área donde labora.

No hay un nivel de ruido significativo en el área, todos están por debajo de los 76 dBA. Ocasionalmente por una falla mecánica de la máquina pueden producirse ruidos superfluos a esa cifra pero es atendido inmediatamente por el Departamento de Mantenimiento.

No hay vibraciones, presiones atmosféricas, humedad relativa anormales considerables que afecten al trabajador.

### **2.2.1. Condiciones de seguridad e higiene**

A continuación se presentan las condiciones específicas presentes en el área donde se realiza el estudio, las condiciones a octubre del 2015 son las siguientes:

- Condiciones de seguridad: las piezas móviles de las máquinas se convierten en un peligro de corte y sujeción, ya que algunas veces los operarios desobedecen la normativa de trabajar sin los protectores que la máquina tiene instalados.

El Área de Producción cuenta con la respectiva señalización en el piso y la señalización la cual indican los riesgos específicos en cada área de trabajo, y piso resbaladizo. Al piso se le adicione una cubierta antideslizante para que este incrementara su fricción al caminar, ya que siempre esta mojado por el tipo de producción.

Los cables de la instalación eléctrica de las máquinas están colocados de forma colgante sobre la máquina de manera que no sea estorbo para los operarios.

Las máquinas que se utilizan en el proceso de producción deben usarse de forma adecuada y con precaución aunque son de bajo riesgo y no han ocasionado fatalidades.

- Condiciones de higiene: el frío constante del Área de Producción (15 °C), es producido por el frío generado por las máquinas y las áreas de almacenamiento.

El ruido intermitente de la pérdida de aire por parte de algunas secciones de la máquina afectan a los operarios cercanos al área siendo en su punto más alto una exposición de 76 dBA.

El área de trabajo cuenta con estaciones y controles específicos para higiene de manos. Los trabajadores están en la obligación de lavar y sanitizar sus manos cada cierto tiempo, por higiene y cumplimiento del estándar de calidad para la fabricación de los alimentos.

### **2.2.2. Protección personal**

Los encargados de almacenar el producto cuentan con cinturones que brindan soporte especial al área lumbar, los cuales son evaluados con frecuencia para verificar su estado y funcionalidad, además cuentan con guantes especiales para trabajo en frío.

Todos los trabajadores del Área de Producción cuentan con opción de usar un suéter de algodón y utilizar un gorro especial para el frío en color blanco.

Se les dota de tapones auditivos para los trabajadores que laboran en las áreas donde los niveles de ruido son intolerantes para el sistema de seguridad y salud ocupacional de la empresa, (superiores a 75 dbA).

### **2.2.3. Prevención de accidentes**

La empresa cuenta con una política sólida la cual establece las normas que los trabajadores deben respetar a la hora de estar laborando, también rige su comportamiento dentro de las instalaciones.

Se cuenta con supervisores de producción altamente enfocados y comprometidos con la salud y seguridad del personal, ellos velan por el cumplimiento de protocolos en casos de accidentes, también con un encargado de impulsar proyectos que mejoren las condiciones de seguridad y salud ocupacional actuales, además de velar por el correcto funcionamiento de los controles de seguridad y salud ocupacional que se manejan.

Se tiene colocada señalización de los riesgos a los que se está expuesto si no realiza correctamente su trabajo, además de señalizaciones de utilización de equipo específico de seguridad, precauciones y prohibiciones en el Área de Producción.

También se realizan campañas de prevención de accidentes, en las cuales se busca crear conciencia en los trabajadores de los riesgos y los perjuicios que pueden tener al momento de no respetar las políticas de seguridad e higiene que se les brindan.

Se da una capacitación periódica en el tema de seguridad y salud, la cual están impartidas por expertos en el tema.

#### **2.2.4. Disergonomía**

Se realiza un análisis previo para localizar e identificar las operaciones donde se tiene un mayor grado de disergonomía, además de revelar los problemas que afectan a las líneas de producción, en el análisis previo se ha identificado lo siguiente:

- No se han implementado principios ergonómicos en las estaciones de trabajo.
- Las estaciones de trabajo se han modificado para la fabricación de un nuevo producto, no teniendo registros de aplicación de ergonomía en sus diseños.
- Los operarios permanecen de pie mientras realizan su tarea. Utilizan botas de hule para evitar mojarse y respetar las normas de BPM.
- No cuentan con áreas para descanso de pies en las estaciones de trabajo.

### **3. ANALISIS POSTURAL Y DIAGNÓSTICO ERGONOMICO MEDIANTE EL MÉTODO RULA**

#### **3.1. Observación**

El método seleccionado es característico por ser rápido para tomar gran cantidad de muestras y para realizar un diagnóstico rápido y oportuno para la toma inmediata de medidas para prevenir lesiones en los trabajadores que laboran en las estaciones de trabajo analizadas.

Estas muestras son obtenidas mediante una previa observación, la cual permite identificar que movimientos en una estación de trabajo son los más probables y que puedan causar una lesión al trabajador para que puedan ser analizados.

Posterior a esto, se debe de observar al trabajador para saber si los movimientos que realiza son por decisión propia o porque la estación de trabajo le exige tomar estas posturas.

Para la precisión de los datos se utilizó el goniómetro para medir los ángulos corporales que el método necesita para calcular el grado de disergonomía con la que se trabaja en cada estación. El tiempo de observación fue de 20 días.

### 3.2. Análisis de disergonomía postural

El método se basa en el análisis específico de seis segmentos del cuerpo: brazos, antebrazos, muñecas, cuello, tronco y piernas; estos están involucrados gradualmente, se debe de tener en cuenta que cualquier esfuerzo inadecuado y repetitivo en estos segmentos puede inhabilitar al trabajador durante un prolongado periodo.

La recolección de datos se realiza mediante el siguiente formato el cual está estandarizado y este se sustenta en lo descrito en el párrafo escrito anteriormente.

Figura 2. Hoja de campo para recolección de datos del método RULA

#### A. Análisis de brazo y muñeca

**Paso 1: Localizar la posición del brazo**

**Paso 1a: Corregir...**  
Si el hombro está elevado: +1  
Si el brazo está abducido (separación del cuerpo): +1  
Si el brazo está doblado o acortado: -1

**Paso 2: Localizar la posición del antebrazo**

**Paso 2a: Corregir...**  
Si el antebrazo está rotando y cruza la línea media del cuerpo: +1  
Si el brazo despegado del cuerpo: +1

**Paso 3: Localizar la posición de muñeca**

**Paso 3a: Corregir...**  
Si la muñeca está doblada por la línea media: +1

**Paso 4: Giro de muñeca**  
Si la muñeca está en el rango medio de giro: +1  
Si está girada por fuera al final del rango de giro: -2

**Paso 5: Localizar puntuación postural en tabla A**  
Usar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en la tabla A.

**Paso 6: Añadir puntuación utilización muscular**  
Si la postura es principalmente estática (p.e. agaches superiores a 10 minutos) o si sucede repetidamente la acción 4 veces/ minuto o más: +1

**Paso 7: Añadir puntuación de la fuerza/Carga**  
Si la carga = 2 kg (intermitente): +1  
Si es de 2 kg a 10 kg (estático o repetido): +2  
Si es una carga = 10 kg (repetido o súbito): +3

**Paso 8: Localizar fila en tabla C**  
La puntuación total de análisis de brazo y antebrazo se emplea para situarla en la fila de la tabla C.

**CALIFICACIÓN**

**Tabla A**

Brazo	Antebrazo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
3	1	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	1	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11

**Tabla B**

	Cuello	Tronco	Pierna	Tronco	Pierna	Tronco	Pierna
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11

**Tabla C**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11

#### B. Análisis de cuello, tronco y pierna

**Paso 9: Localizar la posición del cuello**

**Paso 9a: Corregir...**  
Si hay rotación: +1. Si hay inclinación lateral: +1

**Paso 10: Localizar posición tronco**

**Paso 10a: Corregir...**  
Si hay torsión: +1. Si hay inclinación lateral: +1

**Paso 11: Piernas**  
Si piernas y pies apoyados y equilibrados: +1  
Si no: -2

**Paso 12: Buscar puntuación postural en Tabla B**  
Usar valores de 9, 10 y 11 para localizar calificación postural en Tabla B.

**Paso 13: Añadir puntuación uso muscular**  
Si es postura principalmente estática o si la acción 4 minutos o más: +1

**Paso 14: Añadir puntuación de fuerza/carga**  
Si la carga = 2 kg (intermitente): +1  
Si es de 2 kg a 10 kg (estático o repetido): +2  
Si es de 10 kg (repetido o súbito): +3

**Paso 15: Localizar columna en Tabla C**  
La puntuación obtenida en el análisis de cuello, tronco y piernas se utiliza para encontrar la columna en Tabla C.

**Puntuación Final**

Empresa: \_\_\_\_\_

Referencia: \_\_\_\_\_

Puesto/Sección: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Técnico: \_\_\_\_\_

Fuente: [http://industrial.frba.utn.edu.ar/MATERIAS/ergonomia/archivos/metodo\\_rula\\_hoja.pdf](http://industrial.frba.utn.edu.ar/MATERIAS/ergonomia/archivos/metodo_rula_hoja.pdf).

Consulta: mayo de 2015.




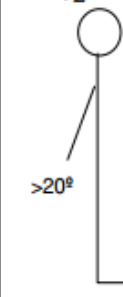
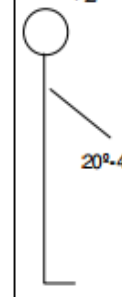
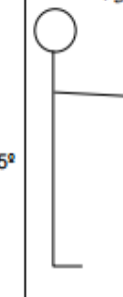
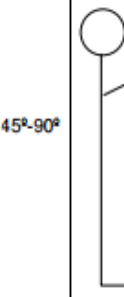
Al finalizar el análisis se debe de cuantificar el grado de disergonomía de la actividad, esto se realiza por medio de la puntuación final la cual indica cuál de los siguientes casos aplicar:

- 1 a 2: la actividad es aceptada y se encuentra en los parámetros admitidos por el método.
- a 4: el método solicita que se debe de realizar un estudio a profundidad sobre la tarea analizada, pudiendo o no ser necesarios los cambios.
- 5 a 6: se debe de realizar un estudio de causas y modificar el proceso.
- 7: la operación realizada está siendo lesiva para la salud del trabajador y necesita ser modificada con urgencia.

### **3.2.1. Brazo**

El análisis del brazo se hace mediante una clasificación en función del ángulo del hombro respecto al tronco, el método tiene rangos de ángulos, los cuales tienen una ponderación cada uno, también se tiene una penalización si se tiene casos especiales: agregar 1 punto, si el trabajador al realizar la operación levanta el hombro o si separa los brazos del hombro, también se tiene el caso de descuento de la ponderación restar 1 punto, si el brazo está apoyado. Posterior a esto se consigue un puntaje total del análisis del brazo.

Figura 3. **Condiciones para puntuar la disergonomía en brazos**


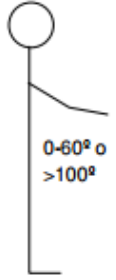
+20 a -20°	-20° en ext.	20° a 45°	45° a 90°	>90°	Corrija	Puntaje
<p>+1</p> 	<p>+2</p> 	<p>+2</p> 	<p>+3</p> 	<p>+4</p> 	<p>Añadir 1, si levanta el hombro</p> <p>Añadir 1, si hay abducción (separación del cuerpo)</p> <p>Restar 1, si el brazo está apoyado o sostenido.</p>	

Fuente: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires.

### 3.2.2. **Antebrazo**

El análisis del antebrazo se hace mediante una clasificación en función del ángulo del antebrazo respecto al brazo, el método tiene rangos de ángulos los cuales tienen una ponderación cada uno, también se tiene una penalización si se tiene casos especiales: agregar 1 punto, si el trabajador al realizar la operación cruza o despega los brazos, posterior a esta corrección se consigue un puntaje total del análisis del antebrazo que será utilizado para la ubicación de la ponderación real del conjunto superior.

Figura 4. **Condiciones para puntuar la disergonomía en antebrazos**

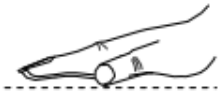


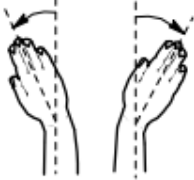
60° a 100°	0-60° ó >100°	Corrija	Puntaje
<p data-bbox="354 485 391 510">+1</p>  <p data-bbox="354 646 430 672">60°-100°</p>	<p data-bbox="516 485 553 510">+2</p>  <p data-bbox="516 646 592 699">0-60° ó &gt;100°</p>	<p data-bbox="630 510 1274 573">Añadir 1, si el brazo cruza la línea media del cuerpo ó se sitúa fuera de la línea a más de 45°</p>	

Fuente: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires.

### 3.2.3. Muñeca

El análisis de la muñeca se hace mediante una clasificación en función del ángulo del metacarpo de la mano respecto al antebrazo, el método tiene rangos de ángulos los cuales tienen una ponderación cada uno, también se tiene una penalización si se tiene casos especiales: agregar 1 punto, si el trabajador al realizar la operación dobla la muñeca respecto a su eje medio, este análisis difiere de los anteriores, ya que tiene un análisis extra que es el giro que pueda tener la muñeca.

Figura 5. **Condiciones para puntuar la disergonomía en muñeca**

0° +1	+15° a -15° +2	>+15° o <-15° +3	Corrija Añadir 1, si:	Puntaje
				

Fuente: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires.

Al resultado anterior obtenido en el análisis de la muñeca se debe de adicionar la ponderación obtenida en el análisis de torsión de la muñeca. El siguiente cuadro indica la adición de puntos a cada caso.

Figura 6. **Condiciones especiales para agregar puntuación la disergonomia en muñecas**

GIROS DE MUÑECA	+1	+2	Puntaje
	Principalmente en la mitad del rango de giro de muñeca	En el inicio o final del rango de giro de la muñeca	





Fuente: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires.

### 3.2.4. Cuello

El análisis del brazo se hace mediante una clasificación en función del ángulo formado por la flexión del cuello, el método tiene rangos de ángulos los cuales tienen una ponderación cada uno, también se tiene una penalización si

se tiene casos especiales: agregar 1 punto, si el trabajador al realizar la operación gira o lateraliza el cuello. Posterior a esta corrección se obtiene un puntaje total del análisis del cuello.

Figura 7. **Condiciones para puntuar la disergonomía en cuello**





0 a 10°	10° a 20°	>20°	Extensión	Corrija	Puntaje
1. 	2. 	3. 	4. 	Añadir 1, si gira cuello Añadir 1, si lateraliza el cuello	

Fuente: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires.

### 3.2.5. Tronco

Se hace mediante una clasificación en función del ángulo de flexión del tronco respecto al eje neutro en posición erguida, el método tiene rangos de ángulos los cuales tienen una ponderación cada uno, también se tiene una penalización si se tiene casos especiales: agregar 1 punto, si el trabajador al realizar la operación torsiona o lateraliza el tronco. Posterior a esto se consigue un puntaje total del análisis del tronco.

Figura 8. **Condiciones para puntuar la disergonomía en tronco**

0°	0° a 20°	20° a 60°	>60°	Corrija	Puntaje
+1 	+2 	+3 	+4 	Añadir 1, si torsiona el tronco  Añadir 1, si lateraliza el tronco	

Fuente: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires.

### 3.2.6. Piernas

El análisis de las piernas utiliza dos parámetros, observar si las piernas y pies del trabajador están correctamente apoyados y si estas están equilibradas o no.

Se puede ver también que los trabajadores a lo largo de su jornada de trabajo tienen que mover las piernas o colocar mayor carga en una para relajar la otra intentando descansar y relajarlas.

Figura 9. **Condiciones especiales para agregar ponderación de disergonomía en piernas**

	<b>1</b>	<b>2</b>	Puntaje
<b>EXTREMIDADES INFERIORES</b>	Si piernas y pies están bien apoyados y equilibrados	Si piernas o pies no están correctamente apoyados o equilibrados	

Fuente: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires.





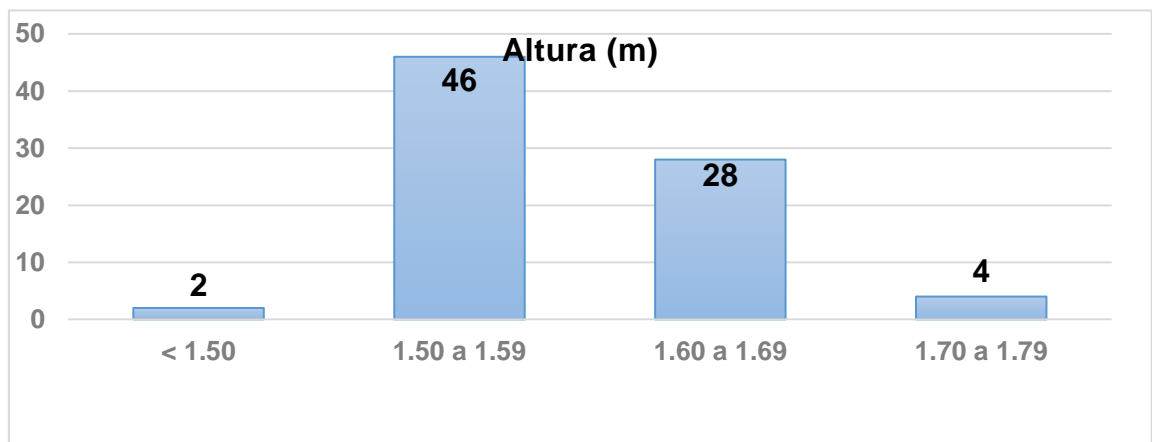
## 4. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

### 4.1. Determinación del grado de disergonomía

Una vez aplicado las técnicas de recolección de la información del método evaluación rápida de miembros superiores (RULA), se procedió a realizar el tratamiento correspondiente para el análisis de los mismos, esta información mostrará el grado de disergonomía para la posición de empacador en las tres líneas de producción seleccionadas.

- Altura de los trabajadores: la altura fue registrada en metros, obteniendo los siguientes datos:

Figura 10. Cantidad de trabajadores respecto a la altura



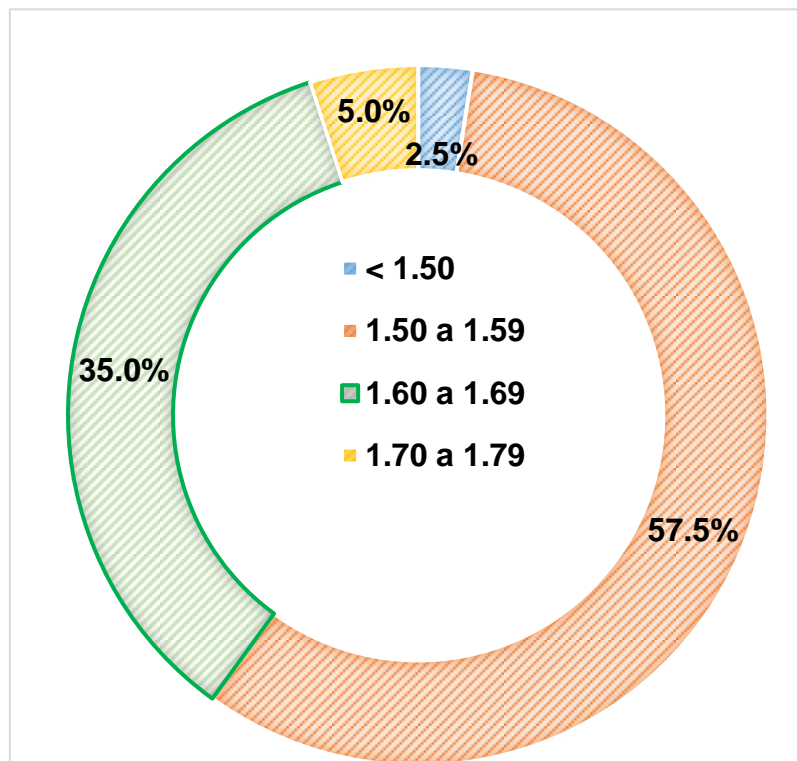
Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Rangos de trabajadores y su porcentaje en cada intervalo de edad

Rango	< 1,50	1,50 a 1,59	1,60 a 1,69	1,70 a 1,89
Cantidad	2	46	28	4
Porcentaje	2,50 %	57,50 %	35 %	5 %

Fuente: elaboración propia, datos observados, mayo 2015.

Figura 11. Porcentaje de trabajadores dentro de cada intervalo de altura



Fuente: elaboración propia, marzo 2015.

El resultado de este análisis muestra que la altura máxima es de 1,79 metros, con una mediana de 1,58 metros, primer cuartil en 1,53 metros y un tercer cuartil en 1,63 metros.

Se tiene un 2,5 % de personal con una altura menor a 1,50 metros, un 57,5 % con una altura entre 1,50 a 1,59 %, un 35% entre 1,60 a 1,69 y un 5 % con una altura entre 1,7 y 1,79.

El promedio de las alturas recabadas es de 1,58 metros, siendo esta la estatura que se tomará para generar las recomendaciones y medios para disminuir o eliminar la disergonomía en esta posición.

#### **4.1.1. Clasificación de riesgo en brazo, antebrazo y muñeca**

No se tiene presencia de utilización de fuerza y carga al levantar un objeto de 50 g, el método indica que debe superar los 2 kg para que sea considerable agregar una puntuación.

A continuación se presenta los datos de los análisis de miembros superiores, antebrazo y muñeca correspondiente al grupo A.

Tabla III. Resultados de clasificación de riesgo en grupo A

MUESTRA	Posición del brazo	Posición del antebrazo	Posición de la muñeca	Giro de la muñeca	Uso de musculatura	Puntuación disergonomía
1	2	1	3	2	1	4
2	2	1	3	2	1	4
3	2	1	3	1	1	4
4	2	1	3	1	1	4
5	2	1	1	2	1	3
6	2	1	1	2	1	3
7	2	3	4	1	1	5
8	2	2	2	1	1	3
9	2	1	3	1	1	4
10	2	3	4	1	1	5
11	2	2	2	1	1	3
12	2	1	3	1	1	4
13	2	1	2	1	1	4
14	2	3	1	1	1	3
15	2	3	1	1	1	3
16	2	1	2	1	1	4
17	2	3	1	1	1	3
18	2	3	1	1	1	3
19	2	2	4	1	1	5
20	2	2	4	1	1	5
21	1	1	2	1	1	3
22	1	1	2	1	1	3
23	2	2	2	1	1	4
24	2	2	3	1	1	4
25	2	3	1	1	1	3
26	2	2	2	1	1	3
27	2	2	2	1	1	3
28	2	2	2	1	1	4
29	2	2	3	1	1	4
30	2	3	1	1	1	3
31	2	2	2	1	1	3

Continuación de la tabla III.

32	2	2	2	1	1	3
33	2	2	2	1	1	3
34	2	2	2	1	1	3
35	2	2	2	1	1	3
36	2	2	2	1	1	3
37	2	2	2	1	1	4
38	2	3	1	1	1	3
39	2	2	2	1	1	4
40	2	3	1	1	1	3
41	2	2	2	1	1	4
42	2	3	1	1	1	3
43	2	2	2	1	1	4
44	2	3	1	1	1	3
45	2	2	4	1	1	5
46	2	2	4	1	1	5
47	2	2	4	1	1	5
48	2	2	4	1	1	5
49	2	2	1	1	1	4
50	2	2	1	1	1	4
51	2	2	1	1	1	4
52	2	2	1	1	1	4
53	3	2	1	1	1	3
54	2	3	2	1	1	3
55	3	2	1	1	1	3
56	2	3	2	1	1	3
57	3	2	1	1	1	3
58	2	3	2	1	1	3
59	3	2	1	1	1	3
60	2	3	2	1	1	3
61	3	2	2	1	1	4
62	3	2	2	1	1	4
63	3	2	2	1	1	4
64	3	2	2	1	1	4

Continuación de la tabla III.

65	2	2	2	1	1	4
66	2	2	3	1	1	5
67	2	2	2	1	1	4
68	2	1	3	1	1	4
69	2	1	1	1	1	3
70	2	2	2	1	1	4
71	2	2	3	1	1	5
72	2	2	2	1	1	4
73	2	1	3	1	1	4
74	2	1	1	1	1	3
75	2	2	2	1	1	4
76	2	2	3	1	1	5
77	2	2	2	1	1	4
78	2	1	3	1	1	4
79	2	1	1	1	1	3
80	2	2	2	1	1	4

Fuente: elaboración propia bajo datos observados, marzo 2015.

Los trabajadores experimentan un grado de disergonomía en promedio de 4 puntos en los miembros superiores, al momento de realizar la tarea de empaque. Esto debido a las posturas inadecuadas vistas durante la evaluación inicial de observación.

#### 4.1.2 Clasificación de riesgo en cuello, tronco y piernas

No se tiene presencia de utilización de fuerza y carga al levantar un objeto de aproximadamente 70 g, el método indica que debe superar los 2 kg para que sea considerable agregar una puntuación.

A continuación se presenta los datos de los análisis de miembros inferiores, tronco y cuello correspondientes al grupo B.

Tabla IV. **Resultados de clasificación de riesgo en grupo B**

<b>MUESTRA</b>	<b>Posición del cuello</b>	<b>Posición del tronco</b>	<b>Apoyo de las piernas</b>	<b>Uso de musculatura</b>	<b>Puntuación disergonomia</b>
1	3	2	1	1	4
2	3	2	1	1	4
3	3	2	1	1	4
4	3	2	1	1	4
5	3	2	1	1	4
6	3	2	1	1	4
7	3	2	1	1	4
8	2	2	1	1	3
9	2	2	1	1	4
10	3	2	1	1	4
11	2	2	1	1	3
12	2	2	1	1	4
13	2	2	1	1	4
14	3	2	1	1	4
15	2	2	1	1	4
16	2	2	1	1	4
17	3	2	1	1	4
18	2	2	1	1	4
19	2	2	1	1	4
20	2	2	1	1	4
21	3	2	1	1	4
22	3	2	1	1	4

Continuación de la tabla IV.

<b>23</b>	2	2	1	1	4
<b>24</b>	2	2	1	1	4
<b>25</b>	2	2	1	1	4
<b>26</b>	2	2	1	1	4
<b>27</b>	2	2	1	1	4
<b>28</b>	2	2	1	1	4
<b>29</b>	2	2	1	1	4
<b>30</b>	2	2	1	1	4
<b>31</b>	2	2	1	1	4
<b>32</b>	2	2	1	1	4
<b>33</b>	3	2	1	1	4
<b>34</b>	3	2	1	1	4
<b>35</b>	3	2	1	1	4
<b>36</b>	3	2	1	1	4
<b>37</b>	2	2	1	1	4
<b>38</b>	2	2	1	1	4
<b>39</b>	2	2	1	1	4
<b>40</b>	2	2	1	1	4
<b>41</b>	2	2	1	1	4
<b>42</b>	2	2	1	1	4
<b>43</b>	2	2	1	1	4
<b>44</b>	2	2	1	1	4
<b>45</b>	3	2	1	1	4
<b>46</b>	3	2	1	1	4
<b>47</b>	3	2	1	1	4
<b>48</b>	3	2	1	1	4
<b>49</b>	2	2	1	1	4



Continuación de la tabla IV.

<b>50</b>	2	2	1	1	4
<b>51</b>	2	2	1	1	4
<b>52</b>	2	2	1	1	4
<b>53</b>	2	2	1	1	4
<b>54</b>	2	2	1	1	4
<b>55</b>	2	2	1	1	4
<b>56</b>	2	2	1	1	4
<b>57</b>	2	2	1	1	4
<b>58</b>	2	2	1	1	4
<b>59</b>	2	2	1	1	4
<b>60</b>	2	2	1	1	4
<b>61</b>	2	2	1	1	4
<b>62</b>	2	2	1	1	4
<b>63</b>	2	2	1	1	4
<b>64</b>	2	2	1	1	4
<b>65</b>	2	2	1	1	4
<b>66</b>	3	2	1	1	4
<b>67</b>	2	2	1	1	4
<b>68</b>	3	2	1	1	4
<b>69</b>	2	2	1	1	4
<b>70</b>	2	2	1	1	4
<b>71</b>	3	2	1	1	4
<b>72</b>	2	2	1	1	4
<b>73</b>	3	2	1	1	4
<b>74</b>	2	2	1	1	4
<b>75</b>	2	2	1	1	4
<b>76</b>	3	2	1	1	4

Continuación de la tabla IV.

<b>77</b>	2	2	1	1	4
<b>78</b>	3	2	1	1	4
<b>79</b>	2	2	1	1	4
<b>80</b>	2	2	1	1	4

Fuente: elaboración propia datos observados, marzo 2015.

Los trabajadores experimentan un grado de disergonomía de en promedio 4 en cuello, tronco y espalda al momento de realizar la tarea de empaque.

- Puntaje total del método RULA: durante el estudio se recabo un total de 80 muestras de los trabajadores del proceso de empaque, se aplicó individualmente el análisis de miembros superiores RULA calculando una puntuación final total del método, para esto se utilizó las puntuaciones obtenidas en los análisis de miembros superiores, cuello, cabeza y miembros inferiores, la puntuación final se parametriza dentro de 7 rangos que representan la gravedad del riesgo ergonómico de la operación analizada, entre mayor sea, tiene una mayor gravedad y entre menor su clasificación será menor su gravedad.

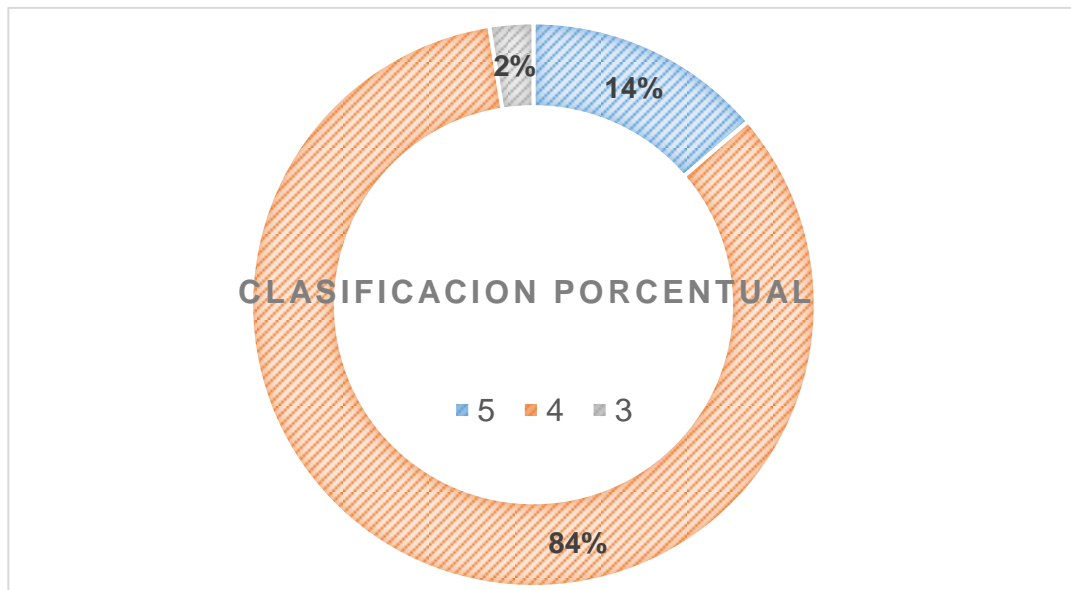
A continuación se presenta una tabla con los resultados obtenidos junto con un porcentaje de su representación según su categoría establecida por el método:

Tabla V. **Resultados de clasificación total del método RULA**

CATEGORÍA	TRABAJADORES	PORCENTAJE
1	0	0 %
2	0	0 %
3	2	2,5 %
4	67	83,8 %
5	11	13,8 %
6	0	0 %
7	0	0 %

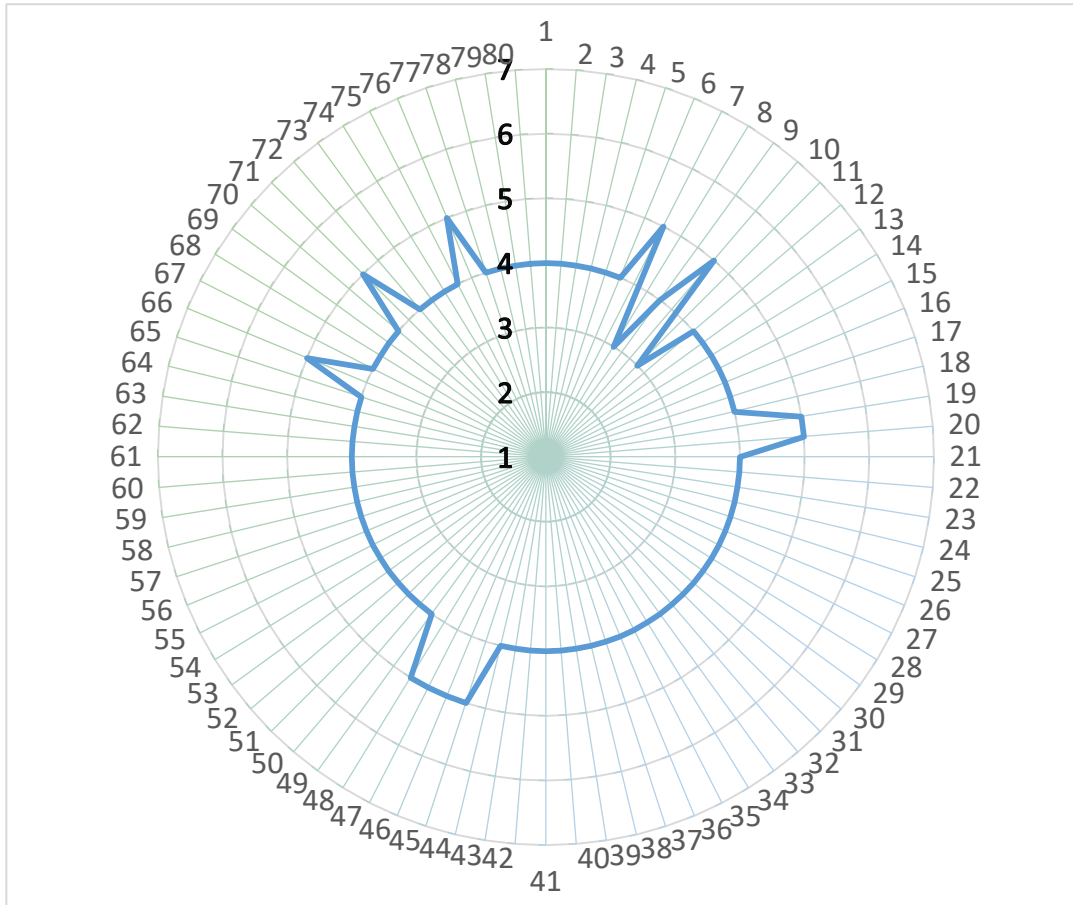
Fuente: elaboración propia, datos observados marzo 2015.

Figura 12. **Clasificación porcentual de los resultados**



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Variación de grado de disergonomía respecto a la muestra



Fuente: elaboración propia, marzo 2015.

Un 84 % de los datos recabados muestran que el grado de disergonomía está 4, el método RULA concluye que es tolerable el riesgo encontrado para la actividad estudiada y es recomendable realizar un estudio más profundo sobre los factores que están interviniendo en la estación de trabajo de los empacadores.

- Relación entre la altura y el grado de disergonomía: la altura en algunos casos puede afectar directamente la experiencia ergonómica por parte del

trabajador en su estación de trabajo, por lo cual se procedió a realizar una correlación entre la altura y el puntaje final obtenido mediante el método RULA, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla VI. **Puntuación final y altura de los trabajadores**

<b>MUESTRA</b>	<b>PUNTUACION FINAL</b>	<b>ALTURA (m)</b>
1	4	1,72
2	4	1,71
3	4	1,71
4	4	1,70
5	4	1,69
6	4	1,68
7	5	1,67
8	3	1,67
9	4	1,67
10	5	1,67
11	3	1,66
12	4	1,66
13	4	1,65
14	4	1,65
15	4	1,65
16	4	1,65
17	4	1,65
18	4	1,65
19	5	1,64
20	5	1,64
21	4	1,62
22	4	1,62
23	4	1,60
24	4	1,60
25	4	1,60
26	4	1,60

Continuación de la tabla VI.

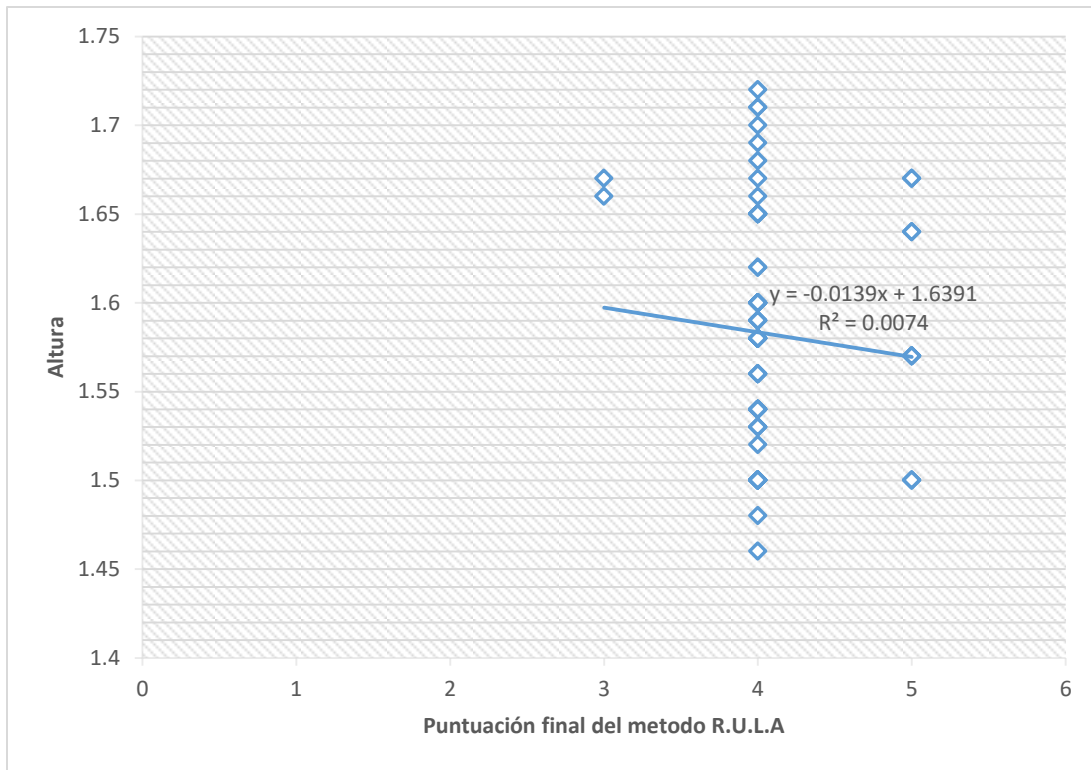
<b>27</b>	<b>4</b>	<b>1,60</b>
<b>28</b>	4	1,60
<b>29</b>	4	1,60
<b>30</b>	4	1,60
<b>31</b>	4	1,60
<b>32</b>	4	1,60
<b>33</b>	4	1,59
<b>34</b>	4	1,59
<b>35</b>	4	1,59
<b>36</b>	4	1,59
<b>37</b>	4	1,58
<b>38</b>	4	1,58
<b>39</b>	4	1,58
<b>40</b>	4	1,58
<b>41</b>	4	1,58
<b>42</b>	4	1,58
<b>43</b>	4	1,58
<b>44</b>	4	1,58
<b>45</b>	5	1,57
<b>46</b>	5	1,57
<b>47</b>	5	1,57
<b>48</b>	5	1,57
<b>49</b>	4	1,56
<b>50</b>	4	1,56
<b>51</b>	4	1,56
<b>52</b>	4	1,56
<b>53</b>	4	1,54
<b>54</b>	4	1,54
<b>55</b>	4	1,54
<b>56</b>	4	1,54
<b>57</b>	4	1,54

Continuación de la tabla VI.

<b>58</b>	<b>4</b>	<b>1,54</b>
<b>59</b>	4	1,54
<b>60</b>	4	1,54
<b>61</b>	4	1,53
<b>62</b>	4	1,53
<b>63</b>	4	1,53
<b>64</b>	4	1,53
<b>65</b>	4	1,52
<b>66</b>	5	1,50
<b>67</b>	4	1,50
<b>68</b>	4	1,50
<b>69</b>	4	1,50
<b>70</b>	4	1,50
<b>71</b>	5	1,50
<b>72</b>	4	1,50
<b>73</b>	4	1,50
<b>74</b>	4	1,50
<b>75</b>	4	1,50
<b>76</b>	5	1,50
<b>77</b>	4	1,50
<b>78</b>	4	1,50
<b>79</b>	4	1,48
<b>80</b>	4	1,46

Fuente: elaboración propia, marzo 2015.

Figura 14. **Correlación entre puntuación final y altura de trabajadores**



Fuente: elaboración propia, marzo 2015.

Por medio de una herramienta de análisis estadístico se obtienen los siguientes datos:

- Coeficiente de correlación de Pearson = -0,0859
- Rho de Spearman = -0,088
- Coeficiente de determinación = 0,74 %

Dando como resultado, un coeficiente de correlación de Person de 0,0859 el cual indica que no se tienen relación aparente entre la altura y el puntaje final de disergonomía de los puestos de trabajo con los datos



analizados, el índice de determinación evidencia que solo el 0,74 % de los datos aparentan una posible dependencia.

Por lo tanto, al realizar la prueba de correlación de Pearson y un estudio complementario con el método de Rho de Spearman, ambos estudios comprueban que no existe una relación significativa entre los datos, el índice de determinación de dependencia entre la altura del trabajador y la puntuación final del método RULA indica que no los resultados de la muestra de puntuación final no son determinados por la altura, ratificando la validez la hipótesis propuesta:  $H_0$ : las lesiones músculo-esqueléticas sufridas por el personal en el Área de Producción no son provocadas por una mala ergonomía en sus estaciones de trabajo, evidenciando que las estaciones de trabajo no están provocando las lesiones y que estas son ocasionadas en su mayoría por malas posturas tomadas por los trabajadores.

Lo anterior se apoya en la observación sistemática que se realizó durante el desarrollo de este estudio, logrando captar como los trabajadores adoptan posturas cómodas para producir. El método RULA refiere que son aceptables las actividades analizadas dando soporte a la conclusión de validar de la hipótesis.

- Grado de esfuerzo realizado por parte del trabajador

El peso promedio de los productos fabricados por las líneas es de 83 gramos provocando que el trabajador realice un esfuerzo mínimo, no obstante, el trabajo genera un requerimiento físico adicional al levantamiento del producto provocado por la velocidad que debe mantener durante la manipulación del producto al momento de empacarlo, se debe de limitar la intensidad de esfuerzo a un máximo para que el trabajador no entre en una etapa de agotamiento y

fatiga laboral (física y mental), manteniendo su máximo rendimiento, para este subestudio se tomó una muestra aleatoria de 20 trabajadores de los 80 del estudio principal, a los que se les mido la frecuencia cardiaca en reposo y la edad para obtener mediante la ecuación de Karvonen el esfuerzo que deben de realizar para hacer su trabajo. Se utiliza como porcentaje de esfuerzo 65 puntos, con la finalidad de mantener al trabajador dentro del margen de una actividad física moderada y no provocar una prematura fatiga física que pueda llevar al trabajador a incrementar sus fallas en la operación.

Ecuación de Karvonen:

Donde

FC: frecuencia cardiaca

FC<sub>max</sub>: frecuencia cardiaca máxima

FCR: frecuencia cardiaca en receso

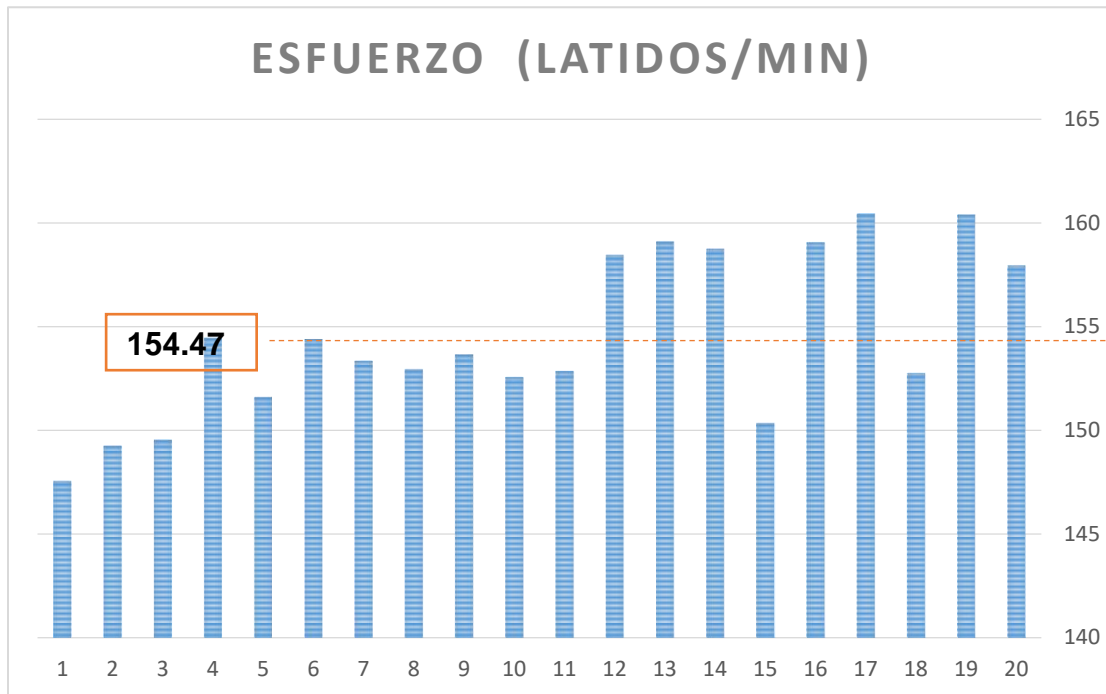
A continuación se presentan mediante una tabla los resultados de los 20 trabajadores a los que se les realizó el estudio:

Tabla VII. **Esfuerzo realizado por los trabajadores al realizar su trabajo**

<b>MUESTRA</b>	<b>Edad</b>	<b>FCR</b>	<b>Fcmax</b>	<b>Esfuerzo (latidos/min)</b>
<b>1</b>	28	65	192	147,55
<b>2</b>	27	68	193	149,25
<b>3</b>	26	67	194	149,55
<b>4</b>	26	81	194	154,45
<b>5</b>	25	71	195	151,60
<b>6</b>	25	79	195	154,40
<b>7</b>	25	76	195	153,35
<b>8</b>	24	73	196	152,95
<b>9</b>	24	75	196	153,65
<b>10</b>	23	70	197	152,55
<b>11</b>	22	69	198	152,85
<b>12</b>	22	85	198	158,45
<b>13</b>	21	85	199	159,10
<b>14</b>	21	84	199	158,75
<b>15</b>	21	60	199	150,35
<b>16</b>	20	83	200	159,05
<b>17</b>	20	87	200	160,45
<b>18</b>	20	65	200	152,75
<b>19</b>	19	85	201	160,40
<b>20</b>	19	78	201	157,95

Fuente: elaboración propia, abril 2015.

Figura 14. **Esfuerzo máximo que deben de mantener los trabajadores**



Fuente: elaboración propia, abril 2015.

Al analizar los datos, se observa que el trabajador para realizar su labor sin entrar en etapas de esfuerzo dañinas para su salud, debe mantener su esfuerzo por debajo de los 154,47 latidos por minuto, teniendo como periodo de trabajado máximo de 60 minutos con este esfuerzo.

La frecuencia cardiaca tiene una intrínseca relación con el esfuerzo realizado por el corazón. Por si sola, la frecuencia cardiaca es un buen indicador del consumo de oxígeno miocárdico, así como del riesgo sanguíneo coronario. Usando el análisis de esfuerzo mediante la ecuación propuesta por Karvonen para controlar la intensidad del trabajo, nuestro sistema trabajara al mismo ritmo, aún cuando las actividades generen que el coste metabólico del

esfuerzo varié considerablemente, evitando cansancio innecesario para el trabajador.



## 5. IMPLEMENTACIÓN

### 5.1. Clasificación y ponderación de riesgo global

Al analizar las actividades de más riesgo también se nota que la mayoría de problemas son debido a la altura de la estación de trabajo, la diferencia entre la curvatura provocada por la flexión del cuello para lograr observar el área de manejo de producto con sus manos, el trabajador más alto respecto al más bajo realizaba un esfuerzo mayor en esta área, mientras que el trabajador más bajo realiza un esfuerzo mayor en los brazos, antebrazos y muñecas para alcanzar el área de trabajo. Las mesas se encuentran a 1,45 metros de altura.

Sumando a lo anterior descrito, el trabajador debe de realizar una postura de muñeca particularmente forzada para sujetar el producto y colocarlo en cajas, esto es de las actividades más lesivas que se observaron. La postura de pie durante un periodo continuo de 4 horas provoca una fatiga adicional, haciendo que el trabajador busque descansar una pierna a la vez.

Entre los problemas encontrados y observados que son más repetitivos y lesivos para la salud que reúnen características específicas para este estudio son los siguientes:

- Baja o alta estatura de los trabajadores: las estaciones de trabajo están diseñadas para una persona de  $1,68 \pm 0,02$  metros de altura aproximadamente para que su manos queden alineadas sobre la mesa a menos de  $90^\circ$  y su cuello no tenga que inclinarse más de  $20^\circ$  considerando que el 81,25 % de los trabajadores de este estudio tienen

esta estatura aproximadamente, siendo un factor no limitante pero si un factor que provoca varias consecuencias, a corto y mediano plazo, el trabajador debe tomar una postura que le permita trabajar durante un largo periodo de tiempo lo más cómodo posible.

Se ha evidenciado que el trabajador a lo largo de su jornada va incrementando su ángulo de inclinación en el cuello pasando de 15° a 27° respecto del eje vertical proyectado por su columna vertebral, esto provoca desgastes adicionales y ejerce mayores cargas al cuello provocando enfermedades como la hipercifosis cervical, y algunos otros padecimientos crónicos.

A continuación se presenta una fotografía de un trabajador de 1,66 metros de altura en la posición de empaque, en la fotografía se evidencia una postura sumamente inclinada del cuello y una posición forzada de muñecas para capturar el producto y trasladarlo.



Figura 16. **Trabajador al momento de recibir el producto**



Fuente: planta de producción, estación de traslado línea L2.

- Giros de muñeca: las muñecas se colocan de forma tal que sea posible sujetar la cantidad indicada de cada producto para acomodarlo dentro de una caja, repitiendo hasta llenar la caja, esto provoca sobreesfuerzos innecesarios en las muñecas pudiendo ocasionar lesiones a mediano y largo plazo.

Figura 17. **Postura de las muñecas al momento de recibir el producto**



Fuente: planta de producción, estación de traslado línea L2.

Los trabajadores optan por adoptar posiciones para maximizar su productividad al momento de empacar, esto realizando una torsión en supinación anterior de la muñeca, este movimiento se realiza más de 60 veces cada hora, siendo una posible causa de inflamación del túnel carpo y dolencias en la muñeca

- Mantenerse de pie durante varias horas: al mantenerse de pie durante largas horas la columna adopta formas inusuales debido a la carga del cuerpo, el trabajador intenta compensar las molestias con posturas inadecuadas agravando su situación ocasionando dolencias mayores.

Figura 18. **Postura adoptada por el trabajador acomodando sus piernas para lograr descansar**



Fuente: planta de producción, estación de empaque línea L3.

En esta fotografía se observa que el trabajador acomoda sus piernas para darles descanso de forma intermitente, debido a esta práctica el torsiona su tronco de una forma inusual, al consultarle sobre dolor en el área lumbar de la espalda, el afirma tenerlo a los 60 minutos de iniciar su trabajo.

## 5.2. Priorización de mejoras

La priorización de mejoras se realiza en conformidad con las situaciones de disergonomía detectadas durante el estudio, se recomienda realizar todas para minimizar las posibles lesiones provocadas.

Tabla VIII. **Priorización de mejoras propuestas para minimizar los problemas disergonómicos identificados**

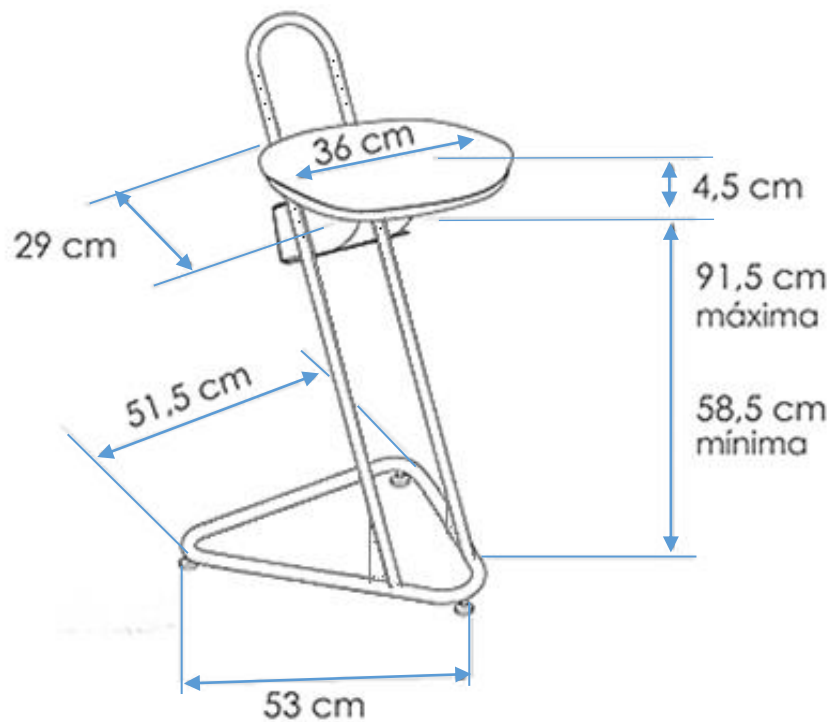
ASPECTO OBSEVADO	MEJORA PROPUESTA	RESUSLTADO ESPERADO	TIEMPO DE ENTREGA
Alta o baja estatura de los trabajadores	Realizar un banco el cual permita que el trabajador este en posición semiparado.	El trabajador estará a una altura controlada.	40 horas por cada banco.
Mantenerse de pie durante largos periodos		El trabajador tendrá la opción de sentarse sin perder la atención a su trabajo y aumentara su comodidad	
Doblar y girar la muñecas para la sujeción de producto	Crear una pala que compense el giro y el grado necesario que necesita doblar la muñeca.	El trabajador tendrá una herramienta que permita desenvolverse de una mejor forma.	10 horas por cada pala.

Fuente: elaboración propia.

### 5.3. Modificación de estaciones de trabajo

Las estaciones de trabajo no pueden variar en cuanto a posición debido al poco espacio disponible que se tiene entre las máquinas, estas máquinas no se pueden mover, ya que su instalación es compleja y se cuenta con áreas reforzadas para que puedan operar, por lo que las soluciones que se proponen son contemplando esta limitante, la opción más viable es colocar bancos en las estaciones de trabajo estudiadas, los bancos se recomiendan con el siguiente diseño:

Figura 19. **Bosquejo con medidas de banco ergonómico propuesto**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 20. **Diseño de banco ergonómico propuesto en acero inoxidable**

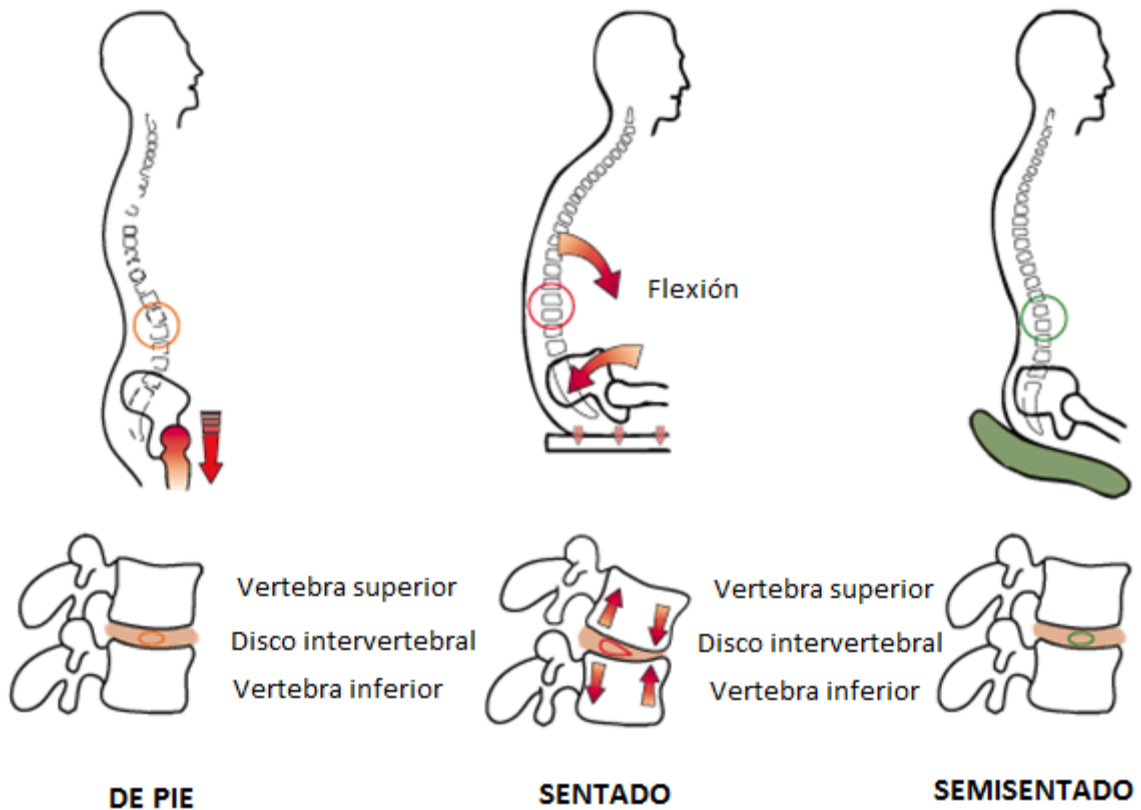


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Se busca que el trabajador mantenga su agilidad en la operación de empaque agregando la comodidad de una posición de descanso semisentado, se sugiere colocar este banco sobre una alfombra anti estrés y antideslizante para mejores resultados proporcionándole al trabajador la opción de trabajar periodos de pie y semisentado en el banco.

Se debe evitar con estas modificaciones la mala postura provocada por la forma incorrecta adoptada por el trabajador, si el trabajador continua trabajando de la forma actual se está generando dolor e incomodidad en la espalda y piernas, esto provocará que este opte por tomar posturas que solucionen temporalmente este sufrimiento sin tener en cuenta lo perjudicial que puede ser estos movimientos a mediano y largo plazo.

Figura 21. **Diferencia de cargas vertebrales entre posturas al estar laborando**



Fuente: elaboración propia.

#### 5.4. Capacitación del personal

Es importante capacitar a los trabajadores a los que se les dotará con el banco ergonómico, el personal debe conocer cómo y cuándo utilizarlo, además de su mantenimiento y cuidado.

También se requiere de capacitación sobre ergonomía en todos los niveles de la empresa, pero con diferentes objetivos:

- En niveles operativos, se requiere de capacitación para detectar otros posibles riesgos.
- En niveles responsables de producción y diseñadores de puestos de trabajo, se requiere de una capacitación más amplia en ergonomía y específica en diseño.
- En niveles administrativos, se requiere de una información amplia sobre ergonomía, ya que es importante su participación, interés y seguimiento del programa de ergonomía.
- En forma general, concientizar a todo el personal de los objetivos buscados, la forma en que se pretenden alcanzar y de la importancia de la participación de las diferentes jefaturas y áreas de la empresa.

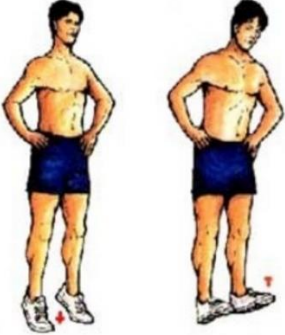



#### Pausas activas

Hacer conciencia a los trabajadores del Área de Producción para realizar una serie de ejercicios, estos ejercicios están comprendidos en un periodo contemplado en las operaciones esto es catalogado pausas activa, su finalidad es relajar al trabajador evitando que alcance sus niveles altos de fatiga y estrés.





El siguiente esquema muestra una rutina rápida que se puede hacer en una pausa activa de 2 minutos 25 segundos:




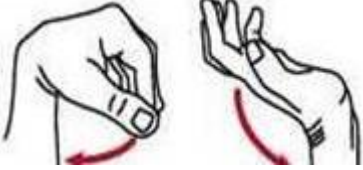

Tabla IX. Rutina de pausas activas corporal completa

TIEMPO	INSTRUCCIONES	ILUSTRACIÓN
15 segundos	Eleve los dedos de los pies, luego baje hasta tocar el suelo, repita tanta veces pueda.	
20 segundo	Colóquese en forma erguida y doble las rodillas hasta la posición de media sentadilla luego nuevamente estire, repita.	
10 segundos	Sujete ambas manos atrás de su cuerpo y estire los brazos hacia atrás, sostenga hasta cumplir el tiempo.	
20 segundos	En un banco bajo, suba un pie durante 10 segundos luego cambie de pie 10 segundos.	

Continuación de la tabla IX.

TIEMPO	INSTRUCCIONES	ILUSTRACIÓN
20 segundos	Baje un brazo 10 segundos cambie de brazo bájelo durante 10 segundos.	
10 segundos	Levante y baje los hombros, no sostenga en ninguna posición.	
10 segundos	Gire la cabeza en sentido horario, haga un círculo lo más amplio posible.	
10 segundos	Sujete su mano con la otra y sostenga en la posición hasta concluir el tiempo.	

Continuación de la tabla IX.

TIEMPO	INSTRUCCIONES	ILUSTRACIÓN
10 segundos	Sujete su mano con la otra y sostenga en la posición hasta concluir el tiempo.	
10 segundos	Flexione hacia abajo la muñeca y flexione hacia arriba, repita.	
10 segundos	Estire la muñeca y luego regrese a su posición de inicio, repita.	

Fuente: <https://smpausas.wordpress.com/pausas-activas-por-un-mes/>.

Consulta: mayo de 2015.

### 5.5 Costos de implementación de mejoras ergonómicas

- Banco ergonómico: siguiendo el diseño propuesto del banco ergonómico el costo aproximado para su fabricación se presenta a continuación:

Tabla X. **Detalle de materiales y costos asociados**

<b>CANDIDAD</b>	<b>MATERIAL O SERVICIO</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>COSTO (Q)</b>
1	Tubo de acero inoxidable de 1" de diámetro	1"Φ y 6m de largo	150,00
1	Lámina de acero inoxidable de tipo transito	1.5m x 3.00m	800,00
1	Angular de hacer inoxidable	1"x1" y 6m de largo	250,00
7	Soldadura tipo TIG	2" x soldadura	420,00
3	Bases redondas	1"Φ superficie antideslizante de armazón de acero inoxidable	270,00
10	Perforaciones	1/2" Φ para que encaje el pin del asiento	15,00
1	Fabricación de la base del asiento		400,00

Fuente: precios cotizados el 10 de febrero 2016.

- El costo aproximado es de Q 1 640,00 fabricándolo en acero inoxidable, la necesidad es de 2 bancos por cada línea dando un total de 6 bancos, dando un gran total de Q 9 840,00 para cubrir este proyecto.

## CONCLUSIONES

1. Mediante el método RULA se determinó el grado de disergonomia al que están expuestos los trabajadores estudiados: en muñeca, brazos y antebrazos es de 4 puntos en evaluación, esto quiere decir que se debe de realizar correcciones moderadas a las condiciones del trabajo y a la forma de realizar las operaciones, siendo este el nivel mínimo para requerir una modificación según el método. El método RULA refiere que es tolerable el riesgo encontrado para las actividades analizadas y mediante un estudio de correlación y determinación entre la altura del trabajador y la puntuación final del método RULA individual, demuestra que los datos de la puntuación final y la altura de los trabajadores, no tiene relación significativa, por lo que se le da validez a la hipótesis propuesta.
2. Otro resultado obtenido mediante la aplicación del método RULA que se logró determinar fue el grado de disergonomia encontrado en cuello, tronco y piernas el cual fue de 4 puntos en la evaluación, esto quiere decir que, se debe de realizar correcciones moderadas a las condiciones del trabajo y a la forma de realizar las operaciones, siendo este el nivel mínimo para requerir una modificación según el método. En función de los resultados obtenidos, luego de evaluar el grado de disergonomia bajo el método RULA, la mejor opción para disminuir las dolencias sufridas por los trabajadores debido a posturas inadecuadas, es implementar la utilización de un banco que permita que el trabajador adopte una postura semisentada.

3. Según el cálculo de esfuerzo físico realizado mediante la ecuación de Karvoven, para que el trabajador se mantenga estable en sus niveles energéticos y no decaer en un estado de fatiga temprana, el trabajador debe de mantenerse por debajo de 154,47 latidos por minuto, en caso sea sobre pasado este límite se encuentra en una situación que excede el esfuerzo máximo aconsejable, el trabajador estará entrando en un periodo donde se genera fatiga extrema poniendo en riesgo la salud del trabajador promedio.
  
4. Se determinó que el costo de implementación del diseño propuesto para realizar un banco ergonómico, con la finalidad de mejorar las condiciones posturales de los trabajadores, este diseño tiene la cualidad de que mejorar la comodidad del trabajador sin ocasionar que este entre en *confort* y provoque alguna desatención en el trabajo, el costo aproximado de 1 640,00 quetzales fabricarlo en acero inoxidable. Se debe de fabricar un total de seis bancos para cubrir la totalidad de la necesidad descubierta en el Área de Producción, dando un costo total de 9 840,00 quetzales y de 3 280 quetzales por cada línea.

## RECOMENDACIONES

1. Contar con un programa de ergonomía preventiva y adicionar a las actividades del Comité de Seguridad Industrial el seguimiento de este programa para lograr un mejor resultado.
2. Incluir en las actividades de producción un programa que incluya pausas activas, con la finalidad que el trabajador pueda tener un tiempo de relajación muscular para no acumular fatiga y que esta pueda disminuir su rendimiento, adicionando campaña en búsqueda de mejoras de problemas ergonómicos en todas las áreas de la empresa, esto permite detectar y realizar un diagnóstico del grado disergonómico, pudiendo ser aplicado el método propuesto en esta investigación para valorar la disergonomía y proponer su solución de la manera más eficiente.
3. Ampliar el estudio con el mismo sujeto en varias estaciones de trabajo, al analizar a diferentes trabajadores cada uno tiene una técnica propia la cual utiliza como variables su musculatura, experiencia en el puesto y agilidad motriz fina, dando como resultado métodos de trabajo distintos para cada trabajador, en el análisis de observación se evidenció que la corta estatura (menor a 1,55 m), como estar sobre los 1,70 m de altura hacen que los trabajadores realicen un esfuerzo extra al tomar posturas inadecuadas, para las personas independientemente de la altura se aconseja utilizar un banco el cual permita al trabajador realizar las labores de empaque en posición semisentado, además de realizar un

estudio complementario para conocer el estrés y clima laboral para determinar factores que incidan en estrés para los trabajadores.

4. Poner en práctica las mejoras propuestas en el desarrollo del presente trabajo en aras de mejorar las condiciones actuales de trabajo y de disminuir la ocurrencia de enfermedades ocupacionales derivadas de condiciones disergonómicas presentes en los puestos de trabajo.
5. Mejorar la dieta de los trabajadores, acoplando alimentos y tamaño de raciones para que puedan mejorar su desempeño laboral y minimizar la posibilidad de enfermedades provenientes de una mala alimentación.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ACEVEDO, Miguel. *Ergos 06: Ergonomía en los sistemas de Salud Ocupacional en Chile*, [en línea]. <[http:// www.ergonomia.cl/](http://www.ergonomia.cl/)>. [Consulta: 24 de febrero de 2016].
2. CRUZ G. Alberto. *Ergonomía aplicada*. Perú: ECOE, 2013. 15. p.
3. DE MONTMOLLIN, Maurice. *Introducción a la ergonomía*. 2a ed. LIMUSA, 2007. 120 p.
4. GARCIA CRIOLLO, Roberto *Estudio del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2004. 458 p. ISBN: 970-104657-9.
5. HERNADEZ SAMPIERI. *Metodología de la investigación*. 4a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 368 p. ISBN: 968-422-931-3.
6. Ministerio de trabajo y prevención social. *Acuerdo gubernativo No 470-2014, de 19 de diciembre de 2014*. Guatemala: Diario de Centro América, 2014.
7. ————. *Acuerdo gubernativo No 229-2014, de 8 de febrero de 2014*. Guatemala: Diario de Centro América, 2014.

8. MOORE, Keith L., DAILEY, Arthur F. y AGUR, Anne M.R. *Anatomía con orientación clínica*. 7a ed. Lippincott Williams & Wilkins 544 p. ISBN edición en español: 978-84-15684-77-0.
9. PELLECCER A., Eugenia. *El Proceso producción enfocado a ergonomía* [en línea]. <<http://site.ebrary.com/lib/sibduocuc/Doc?id=10051533&ppg=1>>. Consulta: mayo de 2016.
10. ROUVIÈRE Henry, y DELMAS Andre. *Anatomía Humana. Descriptiva, Topográfica y Funcional*. 10a ed. Barcelona: Masson S. A. 1999 396 p. ISBN edición en español: 978-84-15684-77-0.
11. ROHEN Johannes Wolfgang, YOKOCHI Chihiro., Y LÜTJEN-DRECOLL Elke. *Atlas de Anatomía Humana. Estudio Fotográfico del Cuerpo Humano*. 5a ed. Madrid: Elsevier España S. A., 2003. 106 p.
12. RAMÍREZ CABASSA, Anna E. *Ergonomía y Productividad*. México: LIMUSA, 2009. p. 51.
13. TORRES, Sergio. *Ingeniería de planta*. Guatemala: Ediciones Dapal. 2009. 273 p.