

---

---

# **TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE JOCOTITLÁN**

## **Tesis de Maestría**

**Incremento de productividad y reducción de riesgos laborales  
mediante el diseño e implementación de puesto de trabajo  
empleando  $6\sigma$  y métodos ergonómicos.**

Presentada por  
**Ing. José Luis Rodríguez Ángeles**

Como requisito para la obtención del grado de  
**Maestro en Ingeniería**

Asesor de tesis  
**M. en C. Israel Becerril Rosales**

**Jocotitlán, Estado de México; noviembre de 2021**

# Agradecimientos

A Dios por todas las bendiciones y privilegios que me ha concedido.

A mi familia por su apoyo incondicional.

Al amor de mi vida por la paciencia, el amor y su apoyo incondicional.

**José Luis Rodríguez Ángeles**

# Abstract

The present investigation. Increase productivity and reduce occupational risks through the design and implementation of workstations using  $6\sigma$  and ergonomics methods. It was developed within the facilities of a Company dedicated to the manufacture of plastic injection, located in Ixtlahuaca Mexico industrial park.

This plant has implemented an SGI (integrated management system) that ensures compliance with legal, regulatory and applicable requirements of its stakeholders, as well as customer satisfaction in various international certification schemes (food safety, quality, safety and health at work, environment and currently implementing the business continuity).

Its main production is plastic covers and handles for drinks in the food industry. The characteristics of the products are different (from 26 mm to 48 mm in diameter), for different bottle necks (one in five pet bottle caps, around the world it has been produced the manufacture of plastic injection in this industry, making more than 800 billion lids each year.

This work is a descriptive, cross-sectional, field study whose purpose was to identify and establish ergonomic improvements to the design of facilities, specifically in the area of packaging and packaging of the finished product in order to improve the conditions of the worker , for a 25% reduction in work-related accidents (in the period 2020-2021 there 9 reports of injuries in process area's) and an 13% increase in productivity (an average of 77% of productivity in productive area's is considered).

For this four ergonomic methods were applied (RULA, REBA, OWAS, NIOSH), the sequential implementation of these methods, was based on  $6\sigma$  (six sigma) and its methodology DMAIC, to archive improvements in productivity and reduction of ricks and labor disorders of the staff, the structure of the research work costs of the following chapters

Chapter one, the theoretical foundation for the support of this document is found. In the chapter two, establishes the methodology six sigma ( $6\sigma$ ) and indirect methods of ergonomics (RULA, REBA, NIOSH), as a contribution method to follow for improvement projects continuous, considering the productivity and physical well-being of people. In chapter three, the development of the project is carried out, under criterion's followings.

In the define stage, the side study is carried out, to determinate the levels of exposure to ergonomics hazards to which operators are exposed, as well as the cause of low productivity in the process. In the measurement stage, a study was carried out in three work periods. considering the 4 groups of the organization (first group from 7:00 to 15:00 o'clock, second group from 15:00 to 22:00 o'clock, third group from 22:00 to 7:00 o'clock, fourth group on break: "the groups are rotating every week"), for the study were considered 16 persons (4 persons for group)

The analysis determined the levels of exposure to ergonomic risks, which allowed a specific approach to the implementation of the improvement. The implemented improvements are divided into: a) action

plans and prevention plans in the short term and in the near future, b) As well as redesign in the workstation to increase productivity and reduce labor risks, c) The control of the implemented improvement proposals is done through surveillance programs.

We continue with the conclusions section, which shows the contribution and benefit of using ergonomics tools and six sigma ( $6\sigma$ ) for improvement projects, as well as the result obtained after the implementation of these tools, It's considered a section for recommendations and future work in order to give follow-up in the future work, culminating with the section of references and annexes.

# Resumen

La presente investigación. Incremento de productividad y reducción de riesgos laborales mediante el diseño y la implementación de puesto de trabajo empleando  $6\sigma$  y métodos ergonómicos. Se desarrolló dentro de las instalaciones de una empresa dedicada a la fabricación inyección de plástico, ubicada en el parque industrial de Ixtlahuaca Estado de México. En esta planta se ha implementado un SGI (Sistema de Gestión Integral) que garantiza el cumplimiento de requisitos legales, normativos y aplicables de sus partes interesadas, así como la satisfacción de sus clientes en distintos esquemas de certificación internacional (Seguridad Alimentaria, Calidad, Seguridad y Salud en el trabajo, Medio Ambiente y actualmente implementando el Sistema de Continuidad del Negocio).

Su principal fabricación es tapas y asas plásticas para bebidas de la industria alimentaria, las características de los productos son distintas (desde formatos de 26 mm hasta los 48 mm de diámetro), para diferentes cuellos de botellas (una de cada cinco tapas para botellas de PET, alrededor del mundo ha sido producida con un molde de la misma empresa, fabricando más de 800 billones de tapas cada año) [1].

El presente trabajo es un estudio de tipo descriptivo, transversal y de campo, cuyo propósito fue identificar y establecer mejoras ergonómicas al diseño de instalaciones, específicamente en el área de empaque y embalaje del producto terminado, con el fin de mejorar las condiciones del empacador, para la reducción un 25% de riesgos y accidentes laborales (“en el periodo 2020-2021 se tuvieron nueve reportes de lesiones en áreas de proceso”) y aumento de productividad del 13% (se considera un promedio de 77 % de productividad en las áreas productivas) [1].

Para esto se aplicaron cuatro métodos ergonómicos (RULA, REBA, OWAS, NIOSH), la implementación secuencial de estos métodos, se basó en  $6\sigma$  (seis sigmas) y su metodología DMAIC, para lograr mejoras en la productividad y la disminución de riesgos y trastornos laborales del personal, la estructura del trabajo de investigación consta de los siguientes capítulos.

Capítulo uno, Se encuentra el fundamento teórico, para el sustento de este documento. En el capítulo dos, se establece la metodología de seis sigmas ( $6\sigma$ ) y los métodos indirectos de ergonomía (RULA, REBA, OWAS, NIOSH) como método de aportación a seguir para proyectos de mejora continua, considerandos la productividad y el bienestar físico de las personas. En el capítulo número tres, se realiza el desarrollo del proyecto, bajo los siguientes criterios.

En la etapa definir, se realiza es estudio en sitio, para determinar los niveles de exposición a riesgos ergonómicos a los que están expuestos los empacadores, así como la causa de la baja productividad en el proceso. En la etapa de medir, se realizó un estudio en los tres turnos laborables, considerando los 4 grupos de la organización (1er grupo en horario de 7:00 a 15:00 horas, 2do grupo en un horario de 15:00 a 22:00 horas, 3er grupo en un horario de 22:00 a 7:00 horas, 4to grupo en descanso, “los grupos van rolando cada semana”), para el estudio se consideraron 16 personas (cuatro personas por grupo).

En el análisis se determinaron los niveles de exposición a riesgos ergonómicos, lo que permitió un enfoque específico para la implementación de la mejora. Las mejoras implementadas se dividen en: planes de acción y planes de prevención a corto plazo y en un futuro cercano, así como rediseño en la estación de trabajo para el aumento de productividad y reducción de riesgos laborales, el control de las propuestas implementadas de mejora se realiza mediante programas de vigilancia.

Se continua con el apartado de conclusiones, donde se muestra el aporte y el beneficio de utilizar herramientas ergonómicas y seis sigmas para proyectos de mejora, así como los resultados obtenidos después de la implementación de dichas herramientas. Se considera un apartado para recomendaciones y trabajos futuros con el fin de dar seguimiento en trabajos futuros, culminando con la sección de referencias y anexos.

# Índice

	Página.
Nomenclatura .....	i
Índice de tablas.....	iii
Índice de figuras.....	v
Índice de anexos.....	vii
<b>Introducción.....</b>	<b>viii</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>x</b>
Objetivo general.....	x
Objetivos específicos .....	x
<b>Capítulo 1 Marco teórico.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Aportaciones de Seis Sigma y ergonomía.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Generalidades de la empresa donde se desarrolló el proyecto.....</b>	<b>6</b>
1.2.1 Historia .....	7
<b>1.3 Productividad .....</b>	<b>8</b>
1.3.1 Eficacia .....	8
1.3.2 Eficiencia .....	8
1.3.3 Factores que determinan la productividad .....	8
<b>1.4 Seis Sigma .....</b>	<b>9</b>
1.4.1 Características.....	10
1.4.2 Estructura de seis sigmas .....	11
1.4.3 Herramientas utilizadas en Seis Sigma .....	12
1.4.4 Métricas del Seis Sigma.....	13
1.4.4.1 Objetivos de la Metodología Seis Sigma.....	14
1.4.4.2 Principios Seis Sigma .....	14
<b>1.5 Proceso Seis Sigma .....</b>	<b>14</b>
<b>1.6 Seis Sigmas, Lean Manufacturing y Lean Seis Sigmas.....</b>	<b>15</b>
<b>1.7 Metodología DMAIC .....</b>	<b>15</b>
1.7.1 D (Definir) .....	15
1.7.2 M (Medir) .....	16
1.7.3 A (Analizar).....	17
1.7.4 I (Mejorar) .....	17
1.7.5 C (Controlar).....	17
<b>1.8 DMAIC y ergonomía.....</b>	<b>18</b>

<b>1.9</b>	<b>Ergonomía</b> .....	19
<b>1.10</b>	<b>Métodos de evaluación ergonómica</b> .....	20
1.10.1	Descripción de métodos indirectos.....	20
1.10.1.1	Método de RULA .....	20
1.10.1.2	Método de REBA .....	20
1.10.1.3	Método de OWAS .....	21
1.10.1.4	Ecuación de NIOSH .....	21
1.10.2	Descripción de los métodos directos.....	22
<b>1.11</b>	<b>Fases para el diseño de estación mediante métodos ergonómicos</b> .....	22
1.11.1	Determinar los ciclos de trabajo.....	22
1.11.2	Extracción de datos .....	22
1.11.3	Selección de las posturas.....	22
1.11.4	Determinar el hemisferio a evaluar .....	23
1.11.5	Tomar los datos angulares requeridos.....	23
1.11.6	Puntuaciones para cada parte del cuerpo.....	23
1.11.7	Nivel de Actuación.....	23
1.11.7.1	Estudio descriptivo .....	23
1.11.7.2	Variables técnicas y estético-comunicativas.....	24
1.11.8	Determinar qué tipo de medidas deben adoptarse.....	24
1.11.8.1	Elección del estudio.....	24
1.11.8.2	Ecuación de NIOSH, manejo ergonómico de cargas.....	24
1.11.8.3	Aplicación Métodos RULA y NIOSH.....	25
1.11.8.4	Análisis de los datos .....	25
1.11.8.5	Resultados de análisis.....	25
1.11.9	Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura.....	25
1.11.10	Evaluar de nuevo la postura para comprobar la efectividad de la mejora.....	26
	<b>Capítulo 2 Metodología</b> .....	27
<b>2.1</b>	<b>Identificar las condiciones de trabajo que afectan la integridad del empacador ocasionados por trastornos musculoesqueléticos</b> .....	29
2.1.1	Cuestionarios NOM-035-STPS-2018.....	29
2.1.2	Determinar ciclos de trabajo.....	29
<b>2.1</b>	<b>Evaluar el factor crítico de riesgo, que permita mejorar prácticas a condiciones y estaciones de trabajo ya existentes</b> .....	30
2.1.1	Estudio de posturas .....	30
2.1.2	Evaluación de hemisferios .....	31
2.1.3	Mediciones angulares .....	32

2.1.4	Evaluación de posturas individuales.....	35
<b>2.2</b>	<b>Analizar del factor crítico de riesgo con el nivel de nocividad de las tareas desempeñadas.</b>	<b>36</b>
2.2.1	Analizar el riesgo y nivel de actuación.....	36
2.2.2	Analizar las posiciones a adoptarse.....	37
<b>2.3</b>	<b>Proponer un rediseño en el puesto de trabajo de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas.....</b>	<b>37</b>
2.3.1	Rediseño de puesto de trabajo.....	37
<b>2.4</b>	<b>Implementar estación de trabajo ergonómico, evaluar, validar y verificar la efectividad de la mejora. ....</b>	<b>38</b>
2.4.1	Evaluar la efectividad de mejora.....	38
<b>Capítulo 3</b>	<b>Desarrollo.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1</b>	<b>Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2</b>	<b>Determinar ciclos de trabajo.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3</b>	<b>Estudio de posturas.....</b>	<b>46</b>
<b>3.4</b>	<b>Evaluación de hemisferios.....</b>	<b>48</b>
<b>3.5</b>	<b>Mediciones angulares.....</b>	<b>50</b>
<b>3.6</b>	<b>Evaluación de posturas individuales.....</b>	<b>54</b>
<b>3.7</b>	<b>Riesgo y nivel de actuación.....</b>	<b>60</b>
<b>3.8</b>	<b>Posiciones a adoptarse.....</b>	<b>68</b>
<b>3.9</b>	<b>Rediseño de puesto de trabajo.....</b>	<b>74</b>
3.9.1	Diagnóstico inicial.....	74
3.9.2	Desarrollo del aporte.....	78
<b>3.10</b>	<b>Mejorar puesto de trabajo ergonómico.....</b>	<b>84</b>
3.10.1	Implementación (equipos elaborados antes y después).....	84
3.10.2	Mejora y comparativo de actividades ejecutadas.....	90
3.10.3	Evaluar la efectividad de mejora.....	98
	Resultados.....	105
	Conclusiones.....	106
	Recomendaciones y/o Trabajos futuros.....	108
	Referencias.....	109
	Anexos.....	116

# Nomenclatura

**Absentismo laboral:** Aquella ausencia o abandono del puesto de trabajo y de los deberes anexos al mismo, incumpliendo las condiciones estables en el contrato de trabajo.

**Antropometría:** Ciencia que estudia las medidas y dimensiones de las diferentes partes del cuerpo humano ya que estas varían de un individuo para otro según su edad, sexo, raza, nivel socioeconómico, etcétera.

**Artritis reumatoidea:** Enfermedad inflamatoria crónica que afecta a muchas articulaciones, incluidas las de las manos y los pies.

**Distonía:** Contracciones musculares involuntarias que ocasionan movimientos repetitivos o de torsión.

**Distensión:** Estiramiento o rasgadura de un músculo o tejido que conecta al músculo con el hueso (tendón).

**DMAIC:** Herramienta metodológica enfocada en la mejora incremental de procesos existentes. El nombre es un acrónimo de los pasos de la metodología: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

**Emplaye:** Envolver productos o mercancías sobre una tarima con una película de plástico, para evitar que estos se caigan o separen de la tarima.

**Esguince:** Estiramiento o rasgadura de los ligamentos, el tejido fibroso que conecta los huesos y las articulaciones.

**Hipoestesia:** Trastorno perceptivo que consiste en la disminución de la sensibilidad táctil a diferentes estímulos.

**Lumbalgia:** presencia de dolor en la región lumbar, es decir, en la espalda y cintura, que con frecuencia se recorre a los glúteos y muslos; generalmente se presenta después de realizar un gran esfuerzo con una postura inadecuada.

**Musculoesquelético:** Relacionado con el trabajo es una lesión de los músculos, tendones, ligamentos, nervios, articulaciones, cartílagos, huesos o vasos sanguíneos de los brazos, las piernas, la cabeza, el cuello o la espalda que se produce o se agrava por tareas laborales como levantar, empujar o jalar.

**NIOSH:** Ecuación de Niosh es posible evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga.

**OWAS:** Sistema de análisis de trabajos de Ovako (por sus siglas en inglés "*Ovako Working Analysis System*"). valora la carga física derivada de las posturas adoptadas durante el trabajo.

**Paretiano:** Toda situación en la que no es posible beneficiar a una persona sin perjudicar a otra.

**Pronación:** Rotación del antebrazo que permite situar la mano con el dorso hacia arriba; el movimiento contrario se denomina supinación.

**REBA:** Valoración Rápida del Cuerpo Completo (por sus siglas en inglés "*Rapid Entire Body Assessment*").

**Riesgo Disergonómico:** Factores inadecuados del sistema hombre-máquina desde el punto de vista de diseño, construcción, operación, ubicación de maquinaria, los conocimientos, la habilidad, las condiciones y las características de los operarios

**RULA:** Evaluación rápida de la extremidad superior (por sus siglas en ingles “*Rapid Upper Limb Assessment*”),

**Seis Sigma:**  $6\sigma$  Estrategia de mejora de proceso, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, el proceso seis sigma se caracteriza por 5 etapas (DMAIC)

**Supinación:** Movimiento del antebrazo que hace girar la mano de dentro a fuera y poner la palma de la mano hacia arriba o adelante.

# Índice de tablas

	Página.
Tabla 1: Línea del tiempo Corvaglia.....	7
Tabla 2: Nivel Sigma .....	14
Tabla 3: Metodología, implementación de herramienta de manufactura. ....	27
Tabla 4: Materiales utilizados .....	29
Tabla 5: Formato de Programa de muestreo semanal .....	30
Tabla 6: Formato de Estudio del método y de las posturas.....	30
Tabla 7: Evaluación de los hemisferios.....	31
Tabla 8: Mediciones de los hemisferios.....	33
Tabla 9: Posturas individuales.....	35
Tabla 10. Niveles de riesgo derivado del nivel de actuación OWAS .....	36
Tabla 11: Niveles de riesgo derivado del nivel de actuación RULA .....	37
Tabla 12:Niveles de riesgo derivado del nivel de actuación REBA .....	37
Tabla 13: Programa de muestreo en ciclos de trabajo.....	45
Tabla 14: Posturas evaluadas con métodos indirectos de ergonomía.....	47
Tabla 15: Evaluación y determinación de hemisferios A y B .....	49
Tabla 16: Mediciones angulares Hemisferio A.....	52
Tabla 17: Mediciones angulares Hemisferio B .....	53
Tabla 18: Posturas individuales Método de REBA.....	54
Tabla 19: Posturas individuales Método de RULA hemisferio B.....	55
Tabla 20: Posturas individuales Método de RULA hemisferio A.....	56
Tabla 21: Posturas individuales Método de OWAS.....	58
Tabla 22: Posturas individuales Método de NIOSH .....	59
Tabla 23: Nivel de riesgo método de REBA.....	62
Tabla 24: Nivel de riesgo método de RULA Hemisferio B .....	63
Tabla 25: Nivel de riesgo método de RULA Hemisferio A.....	64
Tabla 26: Nivel de riesgo método de OWAS.....	65
Tabla 27: Nivel de riesgo método de NIOSH .....	66
Tabla 28: Posturas a adoptarse mediante el método de REBA .....	69
Tabla 29: Posturas a adoptarse mediante el método de RULA (Hemisferio B).....	70
Tabla 30: Posturas a adoptarse mediante el método de RULA (Hemisferio A).....	71

Tabla 31: Posturas a adoptarse mediante el método de OWAS .....	72
Tabla 32: Posturas a adoptarse mediante el método de NIOSH.....	73
Tabla 33: Diagnóstico inicial para rediseño del área (REBA, RULA, OWAS, NIOSH) .....	74

# Índice de figuras

	Página.
Figura 1: Croquis de ubicación de la planta [1].	6
Figura 2: Área de trabajo.	28
Figura 3: Representación gráfica para estudio corporal	32
Figura 4: Actividades desempeñadas para el empaque y embalaje de tapas y asas plásticas	34
Figura 5: Posturas prioritarias	36
Figura 6: Ejemplo de simulación y posturas a adoptarse	37
Figura 7: Ejemplo del diseño del área de trabajo	38
Figura 8: Representación gráfica del desarrollo de proyecto	39
Figura 9: % de participación cuestionario NOM-035 por sexo.	40
Figura 10: Rangos de edad de personas evaluadas.	41
Figura 11: Estado civil de las personas evaluadas	41
Figura 12: Ambiente de trabajo percibido por el trabajador	42
Figura 13: Carga de trabajo percibida por el trabajador.	42
Figura 14: Falta de control en las actividades desempeñadas	43
Figura 15: Jornadas de trabajo excesiva.	44
Figura 16: Relaciones de trabajo.	44
Figura 17: % de evaluación por método ergonómico.	48
Figura 18: Medición angular de actividades prioritarias.	50
Figura 19: Representación gráfica del análisis de riesgo en los métodos RULA, REBA, OWAS y NIOSH.	60
Figura 20: Rediseño del puesto de trabajo para colocación de bolsas considerando el método de REBA	78
Figura 21: Rediseño del puesto de trabajo para agarre de bolsas y colocación en bascula considerando el método de REBA y RULA.	79
Figura 22: Rediseño del puesto de trabajo para acomodo del producto considerando el método de RULA.	80
Figura 23: Rediseño del puesto de trabajo para carga y transporte del producto considerando el método de REBA, OWAS y NIOSH	81
Figura 24: Rediseño del puesto de trabajo para estiba y acomodo de cajas considerando el método de RULA, OWAS y NIOSH.	82
Figura 25: Rediseño del puesto de trabajo para empaque considerando el método de REBA y RULA.	83
Figura 26: Rediseño implementado de contenedor de bolsas (elemento 1)	84

Figura 27: Zona de colocación de bolsas en cajas (elemento 2) .....	85
Figura 28: Zona de colocación de cajas ya armadas para llenado de producto (elemento 3).....	85
Figura 29: Soporte metálico para bascula “zona de pesado del producto” (elemento 4) .....	86
Figura 30: Zona de colocación de cajas para sellado y etiquetado del producto (elemento 5) .....	86
Figura 31: Elevador para estiba y acomodo de cajas (elemento 6) .....	88
Figura 32: Emplayador manual (elemento 7).....	89
Figura 33: Mejora del puesto de trabajo (Contenedor de bolsas “elemento 1”, Soportes metálicos “elemento 2, elemento 3” ).....	91
Figura 34: Mejora del puesto para garre de bolsas y colocación en bascula para pesado (Soporte metálico “elemento 3”, Soporte metálico de bascula “elemento 4”).....	92
Figura 35: Mejora del puesto para acomodo de producto “elemento 5”.....	93
Figura 36: Mejora en el método de cargas y trasporte de producto .....	94
Figura 37: Mejora del puesto para estiba y acomodo de producto “elemento 6”.....	95
Figura 38: Mejora del proceso de emplaye “elemento 7” .....	97
Figura 39: Cuestionario de ergonomía realizado para asegurar las competencias de los empacadores .	98
Figura 40: % de implementación y seguimiento por método ergonómico implementado .....	99
Figura 41: % de participación de cursos .....	100
Figura 42: Calificaciones de cursos por puestos de trabajo .....	100
Figura 43: Cursograma (antes y después de la mejora).....	102
Figura 44: Análisis de la efectividad de mejora por método ergonómico.....	103
Figura 45: Análisis económico, inversión, utilidad y retorno. ....	104

# Índice de anexos

	Página.
Anexo 1 Análisis del riesgo de cuestionarios implementados NOM-035-STPS .....	116
Anexo 2 Capacitación manejo manual de cargas acorde a la NOM-006-STPS.....	117
Anexo 3 Creación de Procedimientos Operativos Estándar de Saneamiento para limpieza de equipos .....	118
Anexo 4 Diseño de cursos, elaboración de cuestionarios e implementación en sitio web de la empresa .....	119
Anexo 5 Programa y seguimiento a capacitaciones en temas de ergonomía .....	120
Anexo 6 Tabla para seguimiento personal y de todas las capacitaciones .....	121
Anexo 7 Check list de limpiezas en máquinas de inyección considerando nuevos equipos.....	122
Anexo 8 Check list de verificación de nuevo playo adquirido (Peso de 1.5 kg).....	123
Anexo 9 Análisis económico de implementación de equipos ergonómicos .....	124
Anexo 10 Ejemplo de secciones de cuestionario de NOM 035 .....	125

# Introducción

Hoy en día hay gran cantidad de empresas en el mundo que adoptan la mejora continua para lograr operaciones y servicios de excelencia, esto es consecuencia de la competencia y consumidores más exigentes [2]. Por lo tanto, las organizaciones se sienten en la necesidad de ajustar sus estrategias para la mejora continua de cada uno de sus procesos para mantenerse al día con los competidores o si es posible superarlos [3]. Para la implementación de Seis sigma y herramientas ergonómicas existen diversas investigaciones a nivel internacional en las que se han propuesto modelos.

Independientemente del tipo de trabajo o mercado la fuerza laboral debe estar motivada, inspirada y con él las mejores condiciones posibles para llevar la empresa al éxito [4]. Por tanto, mejorar todos los parámetros en la estructura de una empresa y en todo el suministro la cadena es un objetivo que toda organización debe buscar la implementación de Seis sigma [5]., y otras disciplinas como ergonomía ayuda a la mejora tanto del proceso como de los empleados, logrando una mejora en la eficiencia de cada empresa [3]. Logra volver más productivo las operaciones, ya sea largo como a corto plazo, puesto que localiza el defecto y actúa directamente sobre ello [6]. Con el fin de optimizar los recursos y tener una mejora de los procesos.

Por su parte el enfoque DMAIC se utilizó para describir los peligros y cómo se debe mejorar la seguridad y controlar los peligros [7]., para asegurar que el personal esté trabajando en condiciones segura [8]. Y por otra parte la ergonomía se ocupa del diseño de equipos y técnicas para lograr la máxima eficiencia y seguridad [9]., con el fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento general del sistema en el área de trabajo [10].

Por lo tanto, la implementación de estos sistemas (ergonomía y seis sigmas) han sido eficaces en su aplicación en el contexto internacional generando beneficios tangibles para las organizaciones por su impacto productivo y humano en los procesos de producción. Mediante el análisis del modelo ha permitido dejar al descubierto aquellas fortalezas y debilidades en su aplicación segmentando en las etapas de planificación, control, mejora continua y prevención [2], [11].

Durante el periodo 2020-2021 se han presentado en promedio nueve reportes de lesiones y / o accidentes en el área de producción, entre los que destacan, caídas, dolor de espalda, lesión en los brazos, etc. Esto debido a la carga y manejo incorrecto de los productos. Por otra parte, la eficiencia del empacador esta entre el 67 % a consecuencia de la dificultad para realizar sus operaciones.

Actualmente la empresa. [1], toma como prioridad el fin productivo o de generación optima de la producción, es decir, cumplir con la demanda, sin un análisis base preliminar que nos permita justificar un resultado óptimo de la estación de trabajo como son: La correcta distribución de espacios, análisis de movimiento y tiempo, el aspecto ergonómico y motivación en el área de parte del personal operativo; teniendo como consecuencia el incremento de incidentes, accidentes laborales, menor productividad y errores de calidad [12], [13].

El propósito del proyecto es establecer mediante metodología de Seis sigmas (DMAIC) [14]., y métodos indirectos de ergonomía (NIOSH, OWAS, RULA y REBA) [15], [16], [17]., un puesto de trabajo que cumpla con los requisitos necesarios para que el empacador mantenga una postura corporal correcta y cómoda [18]., evitando así posibles lesiones en la espalda, problemas de circulación en las piernas, y afectaciones musculares derivados de posturas ejercidas durante las operaciones [19], [20]., tomando en cuenta la tarea que va a realizar, a fin de que esta se realice cómodamente y de forma eficiente, de esta manera se impacta en la productividad y en el cuidado del personal [19].

Para la estructura del proyecto se realizó mediante la valoración y análisis del grado de exposición del empacador, por la adopción de posturas inadecuadas [21]. Se determinaron los factores del riesgo ocasionados al empacador, debido a que, en estos métodos se considera la postura adoptada, la duración y frecuencia de ésta y las fuerzas ejercidas cuando se mantiene, esto ayudo a indicar que la postura (operación de empaque y embalaje de tapas plásticas, ejercida por el empacador durante su jornada laboral) no era aceptable para así proponer y lograr cambios o rediseños en el puesto de trabajo [22], [23].

Se realizaron mejoras y rediseños ergonómicos de las estaciones de trabajo con el fin de aumentar la productividad en las personas de un 67% a un 75 % y disminuir los riesgos laborales en mínimo el 25% en la empresa. Las causas de la baja productividad eran que la empresa no contaba con un fundamento del diseño de estaciones de trabajo adecuado [24], para la operación de empaque y embalaje de tapas plásticas, por tal motivo, existía un impacto ergonómico en los empacadores, causando complicaciones para realizar un trabajo fluido (cansancio, estrés, sobrecarga, dolor en cuello y espalda y mayor riesgo de accidentes) [25], [26].

# Objetivos

## Objetivo general

- Incrementar la productividad en un 8% y reducir los riesgos laborales en un 25%, mediante el diseño e implementación de puesto de trabajo, en el área de empaque, bajo el enfoque de seis sigmas y métodos indirectos de ergonomía.

## Objetivos específicos

- Identificar las condiciones de trabajo que afectan la integridad del empacador ocasionados por trastornos musculoesqueléticos, basado en el enfoque de  $6\sigma$ , NIOSH, OWAS, RULA y REBA.
- Evaluar el factor crítico de riesgo, que permita mejorar practicas a condiciones y estaciones de trabajo ya existentes.
- Analizar del factor crítico de riesgo con el nivel de nocividad de las tareas desempeñadas.
- Proponer un rediseño del puesto trabajo de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas.
- Implementar estación de trabajo ergonómico, evaluar, validar y verificar la efectividad de la mejora.

# Capítulo 1 Marco teórico

## 1.1 Aportaciones de Seis Sigma y ergonomía

En la ciudad de Bogotá en el año 2016, se realizó una descripción detallada del proceso de alistamiento de unidades sueltas, identificando las personas y recursos necesarios para que las actividades de este puedan ser desarrolladas de la mejor manera. Adicionalmente, el proceso pudo ser documentado realizando un cursograma analítico y el diagrama de flujo. Gracias al empleo de las diferentes herramientas y métodos a lo largo del proyecto se logró diseñar propuestas de mejora para los puestos de trabajo en la Zona de Picking del CEDI de Comercial Nutresa en la ciudad de Bogotá, de tal manera que se garanticen buenas condiciones de trabajo mediante los métodos de OCRA y RULA. Y vayan en línea con las necesidades de la compañía, aumentando la productividad y optimizando los recursos [27].

La metodología propuesta en 2016 de “integración de la metodología DMAIC con la simulación discreta y las técnicas multicriterio”, permite obtener resultados favorables para realizar mejoras en sistemas de servicio. Con esta integración se logró el cumplimiento del objetivo trazado en el proyecto de mejora que era obtener una evaluación de la calidad del servicio ofertado de bien, lo cual podrá seguirse mejorando al continuar aplicando la fase de control y de acciones correctivas y preventivas. La aplicación de estas técnicas en un sistema de servicio permitió disminuir los tiempos de espera, los tiempos de estancia en el sistema e incrementar los ingresos obtenidos [14].

El proyecto “Estudio de los factores de riesgo ergonómico que afectan el desempeño de los trabajadores del departamento optativos de la compañía anónima el universo” fue desarrollado en 2017 en Guayaquil Ecuador, en donde se implementó un modelo de procedimientos de buenas prácticas de trabajo mediante un análisis de la situación actual en la que desempeñan sus labores los trabajadores del Departamento Optativos de la Compañía Anónima el Universo, con un fin principal de reducir los riesgos relacionados con la carga postural relacionadas con el ambiente de trabajo, las mismas que son causas de molestias y trastornos circulatorios. Al evaluar los resultados se procedió a la realización de del método o modelo rula donde se logró tener una oportunidad de mejoras y minimizar riesgos ergonómicos [28].

En la universidad militar nueva granada ubicada en Bogotá se desarrolló una investigación orientado a la mitigación de lesiones y/o enfermedades, en los procesos de carga y descarga donde se concluyó que no hay entes reguladores estatales suficientes que brinden la protección a este tipo de población ya que es un trabajo informal, los trabajadores de estas actividades de carga y descarga han sido sometidos a abusos físicos. A partir del plan de mejora desarrollado en el proyecto y luego de analizar otros estudios que se han realizado con respecto al tema de carga y descarga de mercancías en la Central de Corabastos se puede concluir que la implementación de este plan para las lesiones y/o enfermedades que se presentan en el área de carga y descarga [29].

En Perú durante el año 2017, se realizó el proyecto relacionado a la aplicación de métodos de evaluación ergonómica en la construcción del hospital Neoplasic, Con la aplicación de los métodos

ergonómicos (REBA, OWAS, OCRA) se logró incrementar el rendimiento por cada puesto de trabajo, con ello se logró optimizar en un 20 % el rendimiento en los trabajos escogidos aumentando la productividad [30].

Análisis de trabajo postural en empresas de manufactura de calzado en la sección de corte por troquel. Fue un proyecto desarrollado en Ambato (Ecuador 2017), donde se evaluaron un total de 19 posturas en 6 puestos de trabajo obteniendo 38 puntuaciones finales con su respectivo nivel de riesgo, mediante la aplicación del método RULA y REBA se determinó que 8 posturas se encuentra en un nivel de riesgo bajo, 27 posturas se encuentran en un riesgo de nivel medio y 3 posturas se encuentran en un nivel de riesgo alto (ocasionando daños en parte baja de la espalda, traumatismos en el cuello, dolor de brazos, muñecas y entre otros) [31].

El proyecto Development of Working Facility to Improve Work Posture at Packaging Section in Organic Vegetable Industry, se desarrolló en Indonesia en 2017, estudiando cómo influye la postura de trabajo a los empleados donde se concluyó que el puesto de trabajo de embalaje es el puesto de trabajo con la peor postura de trabajo. En puede ser causada por la manipulación y el pesaje de los materiales que tienen las peores puntuaciones del análisis OWAS. Las nuevas instalaciones de trabajo en forma de mesas de embalaje han demostrado mejorar la postura de trabajo en el puesto de trabajo de envasado. Según el análisis de las puntuaciones relacionadas con la reducción de la postura de trabajo con respecto a la postura de trabajo inicial. La puntuación de RULA-CATIA disminuye de 6 a 2, los resultados de mostraron que no hay riesgo de trabajo en todas las partes del cuerpo, y los resultados de RMFA mostraron el bajo nivel de fatiga en todas las partes del cuerpo [32].

En la universidad de Guayaquil ubicada en Ecuador se desarrolló un estudio ergonómico en el proceso de ensamblaje del bloque contrapeso en la fabricación de cocinas en la empresa Mabe para mejorar el ambiente y el puesto de trabajo de los operarios para que su entorno lo lleve a ser más productivo y tener un bienestar laboral. En la evaluación ergonómica por medio del método RULA a la estación de trabajo del ensamble del bloque contrapeso, se obtuvo que el nivel de riesgo es 4, que significa un mayor riesgo y una puntuación final de 7, que se debe de corregir la postura de manera inmediata [33].

El proyecto sobre la ergonomía y la productividad fue desarrollado en 2018 en una provincia de Ecuador mediante el método LEST se identificó los riesgos ergonómicos de manera global del área de preformado en la industria manufacturera de calzado, el método LEST al analizarlo en el área de preformado de la producción de calzado en sus dimensiones como tiempos de trabajo, análisis psicosociales, carga mental muestra valores bajos y al momento de correlacionar estos datos con la productividad da valores no esperados. Por lo cual se propuso un rediseño del área de trabajo para lograr el aumento de producto y reducción de los riesgos laborales [34].

Tras el desarrollo de este proyecto en 2018 “Diseño de objetos que faciliten el montaje y transporte de escenarios itinerantes como apoyo a la difusión de obras artísticas, tomando como caso de estudio el Grupo de danza TALVEZ de la Universidad San Francisco de Quito” se concluyó que el aporte del diseño dentro de un contexto artístico requiere de diferentes puntos de vista como de bailarines, los conocimientos de la directora del grupo, compartir experiencias con otros encargados de realizar montajes escenográficos y profesores. De esta manera entender de fondo la problemática que

experimenta el grupo de danza contemporánea TALVEZ y desarrollar soluciones que mejoren las dificultades en los procesos de transporte, almacenamiento y montaje [35].

En el proyecto “Diseño del puesto de trabajo en Dependientes de Farmacia de una Cadena Farmacéutica de Ecuador desarrollado en 2018” fue llevado a cabo en una cadena farmacéutica en donde se menciona que áreas de trabajo de uso rutinario, estaban mal diseñadas, las dimensiones de los usuarios no eran acorde a las actividades realizadas, como consecuencia era la adopción de malas posturas en más del 50% (atraían lesiones), discomfort a mediano y largo plazo trastornos musculoesqueléticos. Mediante el uso de métodos ergonómicos (REBA y Test Nórdico), se logró un estudio eficaz para el diseño de la estación de trabajo más adecuada y el incremento de la productividad en su sistema [36].

El proyecto “Diseño e implantación de mejoras técnicas en un sistema de evaluación ergonómica (ergostation) para la línea de montaje de motores de Ford Valencia (VEP). Aplicación para la higiene postural de los trabajadores de la línea” fue desarrollado durante las prácticas en empresa realizadas en la factoría de motores de Valencia, comúnmente conocida como Valencia Engine Plant (VEP) en 2018. Estas prácticas han sido posibles gracias al acuerdo entre el Servicio Integrado de Empleo (SIE) y la compañía Ford Valencia. Se pudo concluir según los criterios de diseño de Ford el rango de trabajo óptimo está entre 920 y 1280 cm. Con los resultados obtenidos con la ErgoStation se confirma la valoración inicial del puesto (prioridad 2) para los operarios que se encuentran dentro del percentil indicado en la guía [37].

El presente estudio de los factores de riesgos disergonómicos en las actividades de habilitado, armado y soldadura de estructuras en la industria metal mecánica se realizó en Arequipa Perú en una empresa industrial de metal mecánica dedicada a la fabricación de estructuras metálicas, IMCO Servicios S.A.C. 2018, tuvo como objetivo principal estudiar los factores de riesgos disergonómicos en las actividades de habilitado, armados y soldadura de estructuras. Los trabajadores que desarrollan en las actividades de habilitado, armado y soldadura de estructuras a corto, mediano y a largo plazo van a sufrir lesiones musculoesqueléticas, producto de la forma en cómo desarrollan ellos sus trabajos, expuestos a niveles de riesgo muy alto, optando posturas forzadas que superan los límites permisibles establecidos de acuerdo al método de ergonomía RULA [38].

En la ciudad de Arauco Chile en 2019, se llevó a cabo el tema “Ayudante de Finger, comparativa de métodos de evaluación” La metodología utilizada fue la observación directa y análisis de movimiento, método RULA, lista de chequeo TMERT, método OCRA, lista de verificación y entrevista, por otro lado. El trabajo realizado consiste en una tarea principal, la que se vuelve monótona durante el desarrollo de la jornada. El tiempo de exposición efectivo a la jornada de trabajo es de 390 minutos, lo que corresponde al 81% del total de la jornada. De esta manera en el proyecto se registraron factores de riesgo ergonómico de tipo biomecánico por la presencia de movimiento repetitivo de extremidad superior y sobrecarga postural de tronco y extremidad inferior [39].

En proyecto “Diseño de dispositivo didáctico de medición de ángulos para aplicación de la técnica RULA en ingeniería industrial.” fue llevado en la Universidad del Valle de Puebla en octubre de 2019 donde se plantearon los avances de investigación para el diseño y construcción de un dispositivo que

permite la evaluación de posturas durante la ejecución de una tarea, se utilizó la técnica RULA, con el objetivo de ser usado en las aulas como recurso didáctico en la enseñanza de ergonomía. Se planteó el diseño conceptual y detallado del sistema. Los resultados obtenidos mediante sensores con suavizado por filtro de Kalman demostraron que es factible la implementación de tecnología de censado inalámbrica, brindando una buena aproximación de las lecturas en comparación a las tomadas mediante un goniómetro e incluso llegando a ser más precisas, ya que se eliminan los errores de lectura [40].

El artículo Computer support of ergonomic analysis of working conditions at workstations, de 2019 muestra los problemas que plantea el uso de tecnologías asistidas por ordenador para el análisis ergonómico en los puestos de trabajo mediante una herramienta dedicada en el entorno Delmia. El alcance de la evaluación ergonómica se ha limitado al análisis de RULA y NIOSH, los datos necesarios para ello se recogieron sobre la base de la observación, la entrevista y el análisis de las tareas. Los resultados de la investigación mostraron la naturaleza extenuante del trabajo, por lo que se propusieron mejoras en el lugar de trabajo, por lo que se propusieron y reanalizaron mejoras en el área de trabajo emprendida. Los resultados obtenidos demostraron la reducción de la fatiga, que fue la base para la aplicación práctica de los cambios propuestos [41].

La presente investigación “Diseño de puestos de trabajo ergonómicos en el proceso de fabricación de sandalias de dama para incrementar la productividad en la empresa mateo” en Chiclayo Perú tuvo como finalidad dar solución a la baja productividad debido a problemas relacionados con las condiciones de trabajo. La lista de comprobación ergonómica, las mediciones con el luxómetro y la aplicación de los métodos ergonómicos REBA y Check List Ocra, permitió identificar las causas de la baja productividad, y con ello conocer que, solo el 33% de las áreas de la empresa presentaban iluminación adecuada, que los puestos de trabajo presentaban riesgos disergonómicos, siendo el 100 % por posturas forzadas y el 85,71% por movimientos repetitivos, y que con respecto al ausentismo, el índice de frecuencia es de 574.7 y el índice de severidad de 862, generando con ello, una productividad de 4.1 docenas/día-operario y de 0.95 unidades/soles de productividad total [42].

En la compañía Partes y Complementos Plásticos S. A. S. Establecida en Bogotá, el proyecto de Lean para el mejoramiento del proceso de inyección finalmente se llegó a la conclusión en 2019, que la metodología Lean Seis Sigmas (LSS) permitió identificar que variables como la materia prima originan variabilidad en los diferentes productos y, en consecuencia, su falla en pruebas de calidad como rotura, dimensionalidad y apariencia. Estas fallas generan producto no conforme (PNC) en el proceso de inyección y activan recursos para su corrección lo que afecta las diferentes áreas (gerencias de operaciones, financiera y general) y sus indicadores productivos. La implementación de la metodología LSS no solo generó un importante ahorro en costos, sino también la construcción de conocimiento en las diferentes áreas de la compañía. También se logró disciplina en la ejecución de los planes sugeridos [4].

Este estudio “Designing an adjustable height engine stand to reduce the risk of student's Musculoskeletal Disorders (MSDs) in engine tune up practice” realizado en Indonesia en 2019, determinó la descripción de la postura de los alumnos cuando practica y hacer un soporte de motor según el tamaño o los resultados del análisis ergonómico previo. La fuente de riesgo ergonómico es el diseño de herramientas prácticas que son menos compatibles con las variadas posturas de los alumnos.

Los resultados de la medición del nivel de riesgo ergonómico antes de utilizar el posición de pie de motor de altura ajustable del cuerpo del estudiante doblado, cuello doblado, repitiendo durante tiempo, los resultados del análisis antropométrico RULA del percentil 5 son 4, mientras que los percentiles 50 y 95 son 6, lo que significa que la posición tiene un alto nivel de riesgo ergonómico y es necesario tomar medidas inmediatamente para reducir el riesgo [43].

El estudio de aplicación de la ergonomía en la fabricación de short para incrementar la productividad en una empresa textil, fue llevado a cabo en 2020 en Lima Perú dentro de las instalaciones de una empresa textil, este proyecto tuvo como objetivo principal demostrar que la aplicación de métodos de evaluación ergonómica, tales como: RULA y NIOSH, lo que permitió evaluar la situación de los trabajadores respecto a sus puestos de trabajo. Este proyecto concluyó que la aplicación de la ergonomía incrementa significativamente la productividad, donde su incremento fue de un 17.75%, incrementa la optimización de recursos, donde el incremento fue de un 12.69% [44].

Este trabajo fue apoyado por el Ministerio de Educación de la República de Corea y la Fundación Nacional de Investigación de Corea en 2020 “An empirical comparison of OWAS, RULA and REBA based on self-reported discomfort” El objetivo de este estudio fue comparar tres técnicas de observación: el sistema de análisis de la postura de trabajo Ovako (OWAS), la Evaluación Rápida de las Extremidades Superiores (RULA) y la Evaluación Rápida de Todo el Cuerpo (REBA) basada en la incomodidad de todo el cuerpo. Quince estudiantes universitarios participaron en el experimento de medición de la incomodidad. Como variables independientes se utilizaron la altura y la distancia de las manos y la carga externa. Los resultados mostraron que mientras que sólo dos variables independientes de la altura de la mano y la distancia afectaron significativamente a la categoría de acción OWAS, las tres variables independientes, incluida la carga externa, fueron significativas en las puntuaciones de incomodidad, RULA grand y REBA, en base a estos resultados, se concluyó que, de los tres métodos, el RULA puede ser el mejor para estimar la tensión postural en las condiciones de este estudio [45].

Este trabajo “An Ergonomic Approach on Facilities and Workstation Design of Public School Canteen in the Philippines” realizado en 2021, tuvo como objetivo rediseñar las instalaciones y los puestos de trabajo del comedor de las escuelas públicas de Filipinas aplicando los principios de la ergonomía. Los resultados del estudio han demostrado que los trabajadores de los comedores están expuestos a riesgos de trastornos musculo esqueléticos y lesiones debido al mal diseño de las instalaciones y los puestos de trabajo. El riesgo era evidente en las puntuaciones generadas por RULA y NIOSH calculadas a partir de sus posturas corporales durante la realización de las tareas. Según el resultado del CMDQ, la mayoría de los encuestados experimentan dolor en el cuello, la parte superior de la espalda, los hombros, la parte inferior de la espalda, las caderas y los glúteos, la parte superior del brazo y la parte inferior de la pierna [46].

En el desarrollo del proyecto “Controlling Dentistry-Related Musculoskeletal Disorders with Ergonomic Interventions in Lahorentions in Lahore, Pakistan” en 2021, se seleccionaron 370 dentistas de dos hospitales dentales y múltiples clínicas dentales de Lahore, Pakistán. Se registraron con el Cuestionario Nórdico Estandarizado (SNQ). Se elaboraron hojas informativas con información sobre ergonomía dental y se distribuyeron entre los participantes ejercicios de ergonomía

dental y de deslizamiento de la espalda y los tendones. Donde se concluyó que Los dentistas varones eran significativamente más propensos a los TME que las mujeres ( $p < 0,001$ ), y los dentistas mayores tenían significativamente menos TME que los más jóvenes. La intervención de directrices ergonómicas y ejercicios condujo a una reducción de los TME entre los odontólogos, con una reducción significativa del dolor de cuello ( $p = 0,003$ ). Significativamente el dolor de cuello ( $p = 0,003$ ) [47].

## 1.2 Generalidades de la empresa donde se desarrolló el proyecto

La empresa se encuentra ubicada en manzana 3 lotes 1 y 2 Parque Industrial FIDEPAR. CP. 50750. Ixtlahuaca Estado de México, México. Teléfono +52 712 283 91 81 al 85 fax +52 712 283 61 71. Dedicados a la manufactura y comercialización de tapas y asas plásticas para diferentes sectores industriales [1].

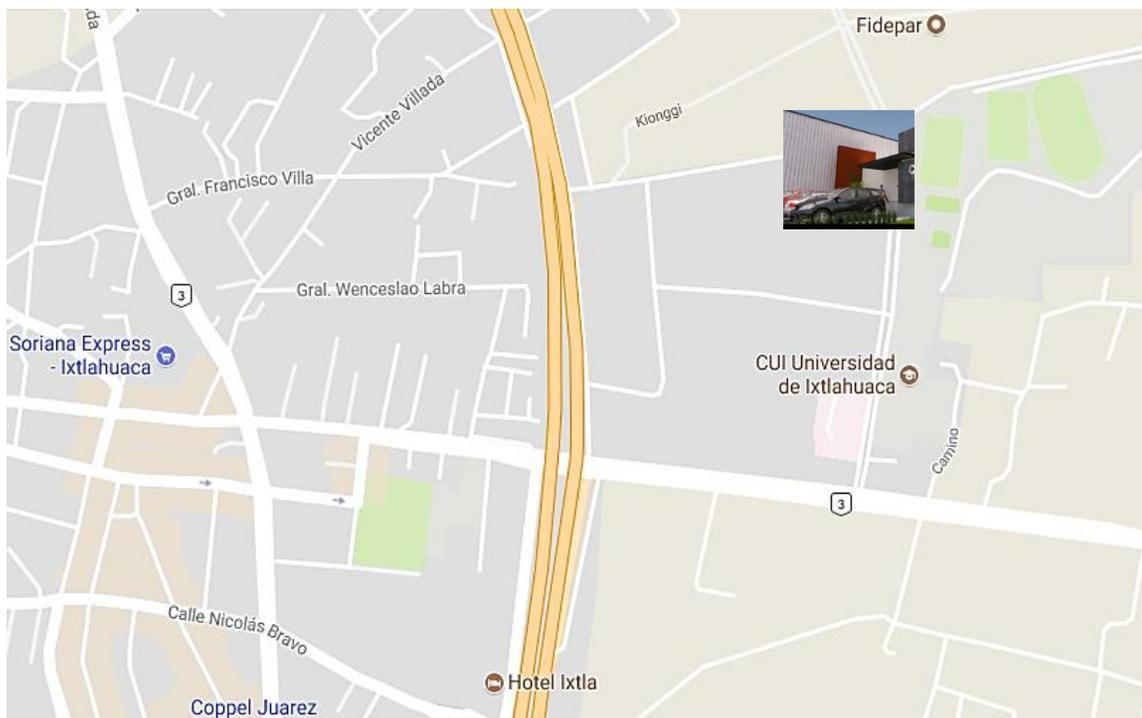


Figura 1: Croquis de ubicación de la planta [1].

En su calidad de proveedor innovador para la industria de bebidas, establece estándares globales cuando se trata de soluciones de tapa para botellas de PET. Durante un período de tres décadas, se estableció un grupo de empresas con tres sitios y una red mundial de socios, que ahora cuenta con reconocidos conglomerados multinacionales como algunos de sus clientes. Otra de las fortalezas de la empresa además de la innovación y el espíritu pionero, es nuestra cadena de procesos totalmente integrada, desde la creación de soluciones en tapas hasta su colocación en la botella. La base de esta fortaleza es nuestro equipo de expertos, quienes abordan cada desafío con entusiasmo y curiosidad, ya sea diseño y desarrollo de tapas, diseño y fabricación de moldes, producción de tapas o proporcionar asistencia técnica a los clientes cuando se trata de la aplicación de tapas. Una y otra vez, nuestros clientes se sorprenden del conocimiento de nuestro equipo sobre cómo se fabrican los productos.

### 1.2.1 Historia

La empresa de plásticos ubicada en Ixtlahuaca Estado de México, ha impactado en el sector industrial tanto local como internación, (ver tabla 1) se mencionan sus principales aportaciones [1].

*Tabla 1: Línea del tiempo Corvaglia*

Fecha	Aportaciones
1991	Romeo Corvaglia funda "Corvaglia Development" en Steckborn (Suiza) con la visión en mente de desarrollar soluciones de cierre integrales. Desde el primer día, se centró la atención en los cierres de una sola pieza de plástico que se utilizarán en botellas de PET para bebidas.
1992	Primeras ventas de instalaciones de producción de cierre en China y Corea.
1997	Adquisición de "Werkzeugbau Kellenberger AG" en Kaltenbach (Suiza) y cambio de nombre a Corvaglia AG (hoy en día Corvaglia Mold AG).
2004	El 24 de julio, Corvaglia Closures S.A. de C.V. comienza la producción en una instalación de producción de nueva construcción en Ixtlahuaca, México. Corvaglia Mold AG está certificada según ISO 9001.
2005	Adquisición de una instalación de producción de 23'000 metros cuadrados en Eschlikon (Suiza) y comienzo de la producción en Corvaglia Closures Eschlikon AG.
2007	Reubicación de Corvaglia Mold AG en la nueva sede en Eschlikon.
2008	Importantes inversiones en nuevas instalaciones y maquinaria. Entre 2003 y 2015, aproximadamente 75 millones de CHF se han invertido en las nuevas ubicaciones en Eschlikon e Ixtlahuaca.
2010	Se establece un nuevo laboratorio en el sitio de Eschlikon. Debido al uso de equipos y procedimientos de prueba de última generación, el laboratorio fue acreditado oficialmente por uno de los principales propietarios de marcas.
2012	Los nuevos sistemas ERP, CAD, CAM y PLM se introducen e implementan con éxito.
2013	Desde 2013, todo el grupo Corvaglia ha sido certificado con todos los certificados ISO relevantes.
2015	Desde la puesta en marcha de un centro de fresado totalmente automatizado para placas de moldes, Corvaglia Mold AG cierra el último espacio restante para llevar a cabo todas las operaciones de fabricación no tripuladas durante todo el día.
2016	Se implementa el primero de tres pasos de inversiones extensivas para una producción de cierre altamente automatizada en Eschlikon.
2017	Fundación de Corvaglia Closures USA Inc.
2021	La planta en México, ha implementado un Sistema de Gestión Integral (Seguridad Alimentaria, Calidad, Seguridad y Salud en el trabajo, Cuidado del Medio Ambiente; y siguiendo el pensamiento en la mejora continua se está implementando el Sistema de Gestión de Continuidad del Negocio) [1].

### 1.3 Productividad

Se refiere a algún proceso en el cual intervienen elementos y actividades para obtener un resultado, cuando hay mejoras [48]. Estas se traducen en el hecho que, con menos recursos o con los mismos, se pueden obtener los mismos o mayores resultados respectivamente (productos y servicios) [49].

(Ecuación 1: Productividad)

Productividad = eficacia \* calidad

$$Productividad = \left( \frac{\text{tiempo real}}{\text{tiempo disponible}} \right) \left( \frac{\text{unidades producidas}}{\text{unidades planificadas}} \right)$$

#### 1.3.1 Eficacia

Se refiere al estado en la que una organización ha alcanzado los objetivos previamente establecidos, es decir es el indicador que revela la capacidad que tiene la organización para alcanzar los resultados esperados [50]. Generalmente la eficacia de las organizaciones se limita a medidas de orden económico y financiero, pero, la eficacia debe considerar factores de éxitos que trasciendan el ámbito de la rentabilidad; ya que, en el largo plazo, pueden influenciar otros aspectos y factores más significativos debido a que la eficacia organizativa tiene muchas dimensiones y todas no pueden traducirse en resultados cuantitativos [49].

#### 1.3.2 Eficiencia

Capacidad de lograr un objetivo trazado con anterioridad en el tiempo mínimo y con el menor uso de recursos, se debe tener en cuenta que un aumento en el uso de los recursos no necesariamente debe llevar a un incremento en la productividad [50]. Muchos autores relacionan el término eficiencia con la noción de óptimo paretiano, es decir, aquella combinación de recursos que no puede modificarse para mejorar algún aspecto de la empresa sin empeorar la de otros, de tal forma que los resultados obtenidos sean óptimos de una forma sistémica e integral [49].

#### 1.3.3 Factores que determinan la productividad

La productividad está relacionada con la capacidad de un bien para satisfacer plenamente las necesidades de los consumidores y para adaptarse a los sistemas de producción de las organizaciones [50]. Así, el diseño de un producto y la calidad con que es ofrecido determinará en gran medida el valor que los grupos de interés están dispuestos a pagar por él y por ende los resultados que se obtengan al final del proceso productivo. Por lo tanto, la influencia que tienen los productos o los servicios ofrecidos está determinada por las características naturales y por los precios que los clientes le otorguen [49].

## 1.4 Seis Sigma

En el marco del mejoramiento continuo, las organizaciones a través del tiempo han mejorado sus prácticas de calidad, la exigencia de los mercados y de los clientes hizo que se pensara la calidad de una forma estratégica. Con ello surgieron prácticas de aseguramiento de calidad y calidad total (TQM) que han generado grandes beneficios a distintos tipos de organizaciones, alcanzando altos niveles de desempeño y satisfacción del cliente. En este marco, se han generado distintas metodologías modernas como lo son Seis Sigma y Lean Manufacturing que se han incorporado a la estrategia organizacional en empresas del sector público y privado; en grandes, medianas y pequeñas empresas obteniendo grandes beneficios medidos en términos de eficiencia y efectividad [51].

Seis Sigma se introdujo por primera vez en el año 1987 por Motorola con la intención de reducir los defectos de productos electrónicos. Fue el Ingeniero Bill Smith, ejecutivo de la empresa Motorola, quién más tarde se convertiría en el padre del modelo Seis Sigma. Bill, presentó una investigación en la que concluía “que, si un producto defectuoso era corregido durante el proceso de producción, otros productos defectuosos no serían detectados hasta que el cliente final los recibiera y que, por su parte, si un producto era elaborado libre de errores, éste rara vez le fallaría al cliente [52], [53].

Es una filosofía que integra el control estadístico de procesos y las herramientas de calidad total para determinar qué tan lejos un proceso se desvía de la perfección, medir cuantas fallas existen y luego eliminarlas con la finalidad de obtener un proceso con cero defectos. Para su ejecución emplea cinco pasos: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAMC). Seis Sigma es una filosofía de gestión que busca la perfección o minimización de defectos por medio de la eliminación de las causas de ineficacia e ineficiencia de las empresas, logrando un rendimiento óptimo [53].

Con el propósito de demostrar el nivel de defectos registrados durante los procesos de variación, se hace uso de la distribución normal como una representación gráfica que facilita el análisis de datos y permite la toma de decisiones, indica los niveles de mejora como porcentajes de error de un proceso, donde el área bajo la curva indica los niveles y valores, con porcentaje de confiabilidad diferentes que comprenden el valor de la media de los datos y las desviaciones hacia la izquierda y derecha que dependen del nivel de confiabilidad [52].

Una iniciativa de calidad Seis Sigma incluye las siguientes partes componentes:

- Administración total de la calidad, que aporta técnicas y herramientas para producir cambios culturales y mejoras del proceso dentro de una organización.
- Control estadístico del proceso, que proporciona mediciones, herramientas de análisis y mecanismos de control poderosos.
- Un enfoque japonés a la mejora y diseño de procesos, satisfacción del cliente y análisis de las necesidades de éste, ayudando a cubrir el espacio entre la calidad como “satisfacción experimentada” y la realidad práctica.
- Un nuevo paradigma de satisfacción total del cliente, como impulsor primario de la iniciativa de calidad [54].

### 1.4.1 Características

La metodología Seis Sigma presenta doce características o principios, los cuales se resumirán brevemente a continuación:

1. **Se apoya en una estructura directiva que incluye gente de tiempo completo.** Seis Sigma se apoya en una estructura directiva para su desarrollo y ejecución, los roles de los integrantes han sido tomados de las artes marciales y son los siguientes: Comité Directivo, Champions (campeones o patrocinadores), Master Black Belt (maestro cinta negra o asesor senior), Black Belt (cinturón negro), Green Belt (cinturón verde) y Yellow Belt (cinturón amarillo) [54].
2. **Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo.** Seis Sigma es una metodología potente con un enfoque netamente gerencial y estratégico, que abarca a toda una organización y que requiere cambios estructurales, operacionales y en la forma en que se toman decisiones. Por lo tanto, necesita el respaldo total y la comprensión plena de parte de los más altos ejecutivos [55].
3. **Entrenamiento.** Cada actor de la estructura directiva de un proyecto Seis Sigma debe de llevar un entrenamiento previo e intensivo en la metodología, que varía dependiendo del tipo de rol a desempeñar. Este entrenamiento usualmente es organizado en cuatro o cinco semanas de capacitación intensiva, relacionadas con las fases de la metodología DMAMC. Después de cada semana de capacitación, se dejan entre una o dos semanas para que el participante pueda aplicar lo aprendido en su vida laboral cotidiana y consolide los conocimientos [56].
4. **Acreditación.** Cada actor de la estructura directiva de la metodología Seis Sigma sigue un procedimiento de acreditación que no es estandarizado y; por lo tanto, no es único. Sin embargo, requiere de una profundidad e interiorización de los conocimientos adquiridos y experiencia en el asesoramiento de proyectos Seis Sigma acorde a cada rol.
5. **Orientada al cliente y con enfoque a los procesos.** Otra de las características clave de Seis Sigma es buscar que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente (en cantidad o volumen, calidad, tiempo y servicio) y que los niveles de desempeño a lo largo y ancho de la organización tiendan al nivel de calidad Seis Sigma
6. **Se dirige con datos.** La metodología Seis Sigma tiene como uno de sus pilares a la estadística y se basa en ella para el control y gestión de procesos que deben de ser repetitivos, reproducibles y, a la vez, científicos para alcanzar el nivel de calidad buscado. Por lo tanto, los datos y la base estadística permiten guiar acertadamente los esfuerzos hacia la identificación de las variables críticas para la calidad y de las áreas o procesos a ser mejorados. Asimismo, permite también evaluar los resultados obtenidos después de concluido un proyecto Seis Sigma y medir su impacto.
7. **Se apoya en una metodología robusta.** La estrategia Seis Sigma se desarrolla sobre la base de la metodología de cinco fases DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) o

DMAIC por sus siglas en inglés (Define, Measure, Analyze, Improve and Control), cuyas fases se desarrollarán más adelante.

8. **Se apoya en entrenamiento para todos.** El enfoque Seis Sigma se apoya en un entrenamiento para todos; ya que, se basa en la metodología DMAMC y sus herramientas relacionadas. Al mismo tiempo que, durante el entrenamiento intensivo, los conocimientos adquiridos en los programas de capacitación son aplicados en un proyecto real, proporcionando la interiorización de los conocimientos y un vital soporte práctico.
9. **Los proyectos realmente generan ahorros o aumento en ventas.** Un aspecto característico de los proyectos Seis Sigma exitoso, que se puede comprobar en casos como el de Motorola, Allied Signal o General Electric, es la generación de ahorros significativos y un incremento en las ventas. Para esto es necesario que en las organizaciones se cuente con el apoyo total de la alta dirección, la selección de proyectos que atiendan aspectos claves, la identificación certera de las causas raíces de los principales problemas, la incorporación de soluciones duraderas y un sistema confiable de medición que permita validar los resultados [57].
10. **El trabajo por Seis Sigma se reconoce.** Se sostiene a lo largo del tiempo reforzando y reconociendo a los líderes en los que se apoya el programa, así como a los equipos que logran proyectos DMAMC exitoso. De esta manera, la estrategia debe diseñar formas específicas en las que se van a reconocer esfuerzos y éxitos por Seis Sigma
11. **Es una iniciativa con horizonte de varios años.** Es una estrategia de mejora continua muy potente; ya que, orienta todos los recursos a resolver los problemas críticos del negocio y en este contexto, busca ser duradera y perdurar en el tiempo. Asimismo, debido al enfoque y a la metodología robusta en la que se basa, ésta puede integrarse fácilmente a las iniciativas estratégicas que puede estar desarrollando la organización y, al mismo tiempo, brindarles soporte.
12. **Se comunica.** Los resultados que se obtengan con la metodología Seis Sigma deben de ser comunicados; ya que, los proyectos Seis Sigma se basan en un programa intenso de comunicación para que éstos sean entendidos y comprendidos dentro y fuera de la organización [54].

#### 1.4.2 Estructura de seis sigmas

La creación de equipos para el desarrollo de proyectos de mejora es un pilar de la metodología Seis Sigma. El desarrollo de estos proyectos requiere tanto el análisis y la utilización de herramientas técnicas como la implementación de la creatividad de todos los miembros del grupo [58].

- **Champion:** Directores de área responsables de garantizar el éxito al implantar Seis Sigma en las diferentes áreas.

- **Master Black Belt:** Personal experto en técnicas de Seis Sigma y en dirección de proyectos. Dirigen y entrenan a los “Black Belt” en su desarrollo como expertos Seis Sigma.
- **Black Belt:** Es el líder y encargado de fijar los objetivos de calidad, los proyectos y de apoyar y controlar su ejecución.
- **Green Belt:** Lideran proyectos de mejora con un amplio conocimiento tanto en la metodología como en las herramientas de Seis Sigma. Es el responsable de la correcta ejecución de los proyectos
- **Yellow Belt:** Representantes de diferentes áreas relacionadas con el proyecto. Suponen un apoyo a la hora de realizar tareas, buscar posibles mejoras y conseguir los resultados.
- **White Belt:** miembros restantes del equipo que deben tener los conocimientos básicos de la filosofía [57].

### 1.4.3 Herramientas utilizadas en Seis Sigma

Las herramientas de análisis estadístico de Seis Sigma, no son propias; si no que propone usar métodos estadísticos como SPC, ANOVA, entre otras, como métodos que están a disposición de cualquier tipo de empresa. También existen las herramientas no estadísticas que usa s Seis Sigma como AMEF, QFD, Poka-Yoke, diagrama de Gantt, matriz de prioridades, círculos de calidad, sistema de sugerencias, gestión de reclamos, just in time, 5´s, mapa de ruta de proceso, entre otras [57].

- **AMFE** (Análisis de modo y efecto de falla): Es un conjunto de métodos, pautas y formas para identificar problemas sobre errores potenciales y de efectos posibles. Al aplicar AMFE se priorizan y verifican de mejor manera los planes de prevención, supervisión y respuesta
- **QFD** (Despliegue de la función de calidad o Casa de Calidad): Este método permite transformar las demandas de los clientes, de acuerdo al diseño de calidad, enfocándose en la implementación de nuevas funciones que aporten a la calidad, para una mejora continua en los procesos.
- **Poka-Yoke** (A Prueba de Errores): Es una herramienta que busca diseñar los procesos para evitar errores o equivocaciones del ámbito de la automatización; este tipo de sistema facilita la detección de errores.
- **Matriz de Prioridades:** La matriz de priorización es una herramienta que permite seleccionar algunas opciones sobre la base de los procesos y los problemas críticos; además que se puede determinar nuevos criterios para saber qué decisión a tomar es la mejor. Este es un paso importante, ya que, si no se tienen bien identificados los criterios de valoración, métricas y pesos, no se podrá tomar las decisiones correctas [57].

- **Círculos de calidad:** Los círculos de calidad se forman de equipos que están integrados por 4 o 5 personas, las mismas que desarrollan actividades dentro de una misma área; también trabaja el jefe de proyectos quien es el encargado de analizar las actividades de equipos y elaborar soluciones posteriores.
- **Sistema de Sugerencias:** Este tipo de sistemas proporcionan procedimientos para recoger y evaluar ideas proporcionadas por los empleados de las empresas. Los operarios son los que emiten las sugerencias, mediante un formulario electrónico el cuál se envía a un comité para poner en experimento.
- **Gestión de Reclamos (SGR):** La gestión de reclamos es una herramienta que le permite a cualquier tipo de empresa realizar el manejo de todo tipo de atención referente a reclamos, quejas y sugerencias a través del registro de diferentes tipos de incidentes que provienen de los diferentes clientes de la organización.
- **Just in time (JIT):** Es un sistema de producción que produce solo lo necesario, con buena calidad y evita el desperdicio de recursos. Esta metodología tiene implantaciones en todo un sistema productivo; en donde se manejan métodos de control en las planificaciones de calidad
- **Método por 5S:** Es una técnica que permite gestionar los elementos de un área de trabajo en una empresa. Se basa en 5 fases: Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina

#### 1.4.4 Métricas del Seis Sigma.

Seis Sigma utiliza varias métricas de calidad para resaltar el equilibrio de los productos, servicios y de los procesos asociados a los mismos tales como [41]:

- **Defectos por millón de oportunidades (DPMO):**  $(1,000,000 \times \text{cantidad de defectos}) / (\text{cantidad de unidades} \times \text{cantidad de oportunidades por unidad})$ .
- **Cpk:** distancia desde el promedio de proceso hasta el límite de especificación más cercano donde  $3\sigma$  representa la desviación estándar del proceso.
- **Costo de mal calidad (COPQ):** es un porcentaje de las ventas; los costos de la mala calidad son los costos asociados a los retrabajos, al desperdicio, a las soluciones, a la prevención y a la evaluación.
- **Nivel Sigma:** número de las desviaciones estándar, desde el promedio del proceso a la especificación más cercana [57], [5].

Un proceso con capacidad Seis Sigma, significa que mantiene una distancia de seis veces la desviación estándar entre la media del proceso y los límites de especificación, es decir, que la variación del proceso se reduce de tal forma que solo se producen 3,4 oportunidades de defecto por cada millón de unidades producidas y su rendimiento es del 99.9997%”

Tabla 2: Nivel Sigma

Nivel de sigma ( $\sigma$ )	Defectos por millón de oportunidades (DPMO)	Costo de la no calidad (% ventas)	Rendimiento
2	308 537	30 al 40 %	69 %
3	66 807	20 al 30 %	93,30 %
4	6 210	15 al 20 %	99,30 %
5	233	10 al 15 %	99,98 %
6	3,4	<10 %	99,9997 %

#### 1.4.4.1 Objetivos de la Metodología Seis Sigma

- Reducir la variabilidad.
- Optimizar productos y procesos.
- Mejora global del servicio al cliente.
- Crecimiento de la productividad y valor agregado.
- Mejora de la capacidad y rendimiento de los procesos.
- Reducción de los defectos totales y duración del ciclo.
- Aumento de la confianza del producto.
- Mejora en el flujo de procesos para hacerlos más predecibles.
- Mejora en el retorno de la inversión [56].

#### 1.4.4.2 Principios Seis Sigma

- Liderazgo comprometido.
- Estructura directiva con personal a tiempo completo.
- Entrenamiento.
- Acreditación.
- Orientación al cliente y a los procesos.
- Dirigida con datos.
- Basada en una fuerte metodología.
- Proyectos generan ahorros o aumento en ventas.
- Trabajo reconocido.
- Se plantea proyectos largos.
- Se comunica [59].

### 1.5 Proceso Seis Sigma

Existen diferentes métodos de cómo emplearla los cuáles son [56].:

**La herramienta CQDFSS (Commercial, Quality, Design, Fox, Seis Sigma)** que tiene como objetivo: buscar, afirmar y asegurar la entrada de un producto o servicio dentro del mercado.

**La metodología IDOV (Identify, Design, Optimize, Validate)** la cual se aplica si el fin es impulsar e inducir un nuevo producto o proceso el cual no puede analizarse.

**La herramienta DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify)** o en español Definir, Medir, Analizar, Diseñar, Verificar que se encarga del rediseño de los procesos por motivos de mejoras habiendo ya existido un previo análisis, pero sin efectos positivos.

**La metodología más ejecutada del Lean Seis Sigma, el DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)** o en español DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), la cual se encarga de la mejora de procesos ya existentes. Se considera la más importante y con mayor utilización por su ayuda a la optimización de la productividad en las etapas de producción [57].

## **1.6 Seis Sigmas, Lean Manufacturing y Lean Seis Sigmas**

Seis Sigma tiene por objeto reducir la variabilidad de los procesos y con ello disminuir el número de defectos, entendiendo por estos algo que produce insatisfacción en los clientes, mientras que Lean Manufacturing busca eliminar desperdicios en los procesos. A su vez, la metodología integrada Lean Seis Sigma (LSS) se centra en la eliminación de desperdicios, reducción de la variación para lograr la satisfacción del cliente y la mejora financiera en los resultados del negocio con respecto a la calidad, la entrega y el costo. Ambas metodologías fueron creadas en ambientes manufactureros; sin embargo, en los últimos años estas metodologías han sobrepasado fronteras de diferentes industrias alcanzando excelentes resultados [51].

## **1.7 Metodología DMAIC**

Se encarga de la mejora de procesos ya existentes. Se considera la más importante y con mayor utilización por su ayuda a la optimización de la productividad [60].

### **1.7.1 D (Definir)**

En la fase de definición se identifican los posibles proyectos Seis Sigma, deben ser evaluados por la dirección para evitar la inadecuada utilización de recursos. Una vez seleccionado el proyecto, se prepara y se selecciona el equipo más adecuado para ejecutarlo, asignándole la prioridad necesaria.

En esta fase se debe ser capaz de responder las siguientes preguntas:

¿Quién?: Definir las personas que conforman el equipo.

¿Qué?: Cuales son las variables en estudio y los resultados esperados.

¿Cuándo?: Plazos y fechas del proyecto.

¿Cuánto?: Rentabilidad esperada del proyecto

Es importante crear diagramas de flujo de los procesos, para saber de forma más detallada, que se puede esperar al final del proceso.

- Se establecen las necesidades del cliente.
- Se identifican procesos a mejorar.
- Los ejecutivos:
  - Crean un enunciado del problema.
  - Identifican variables críticas.
  - Definen estándares de desempeño.
  - Negocian estos estándares de desempeño, con cartera

### 1.7.2 M (Medir)

La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto (o variables del resultado) y los parámetros (variables de entrada) que afectan al funcionamiento del proceso y a las características o variables clave. A partir de esta caracterización se define el sistema de medida y se mide la capacidad del proceso [60].

Se requiere llevar a cabo dos tareas de gran importancia:

1. **Plan de recolección de datos:** este plan de medición contempla qué se va medir, cuáles serán los tipos de mediciones, los tipos de datos a medir, se identifican las fuentes de los datos y se prepara un plan de muestreo. La elaboración de este plan involucra el uso de diferentes herramientas estadísticas y de medición, las cuales se explicarán posteriormente.
2. **Implementación del plan de recolección de datos:** es momento de llevar a cabo el plan diseñado anteriormente. Con este se pretende obtener información de los niveles iniciales a los cuales está operando el proceso estudiado. También se obtienen los costos asociados a la mala calidad. Ya en esta fase es posible identificar oportunidades de mejora, malas prácticas, diferencias de datos teóricos v/s empíricos e identificar actividades que no están añadiendo valor al proceso.

También debe existir una estrategia de investigación en donde se dé un enfoque de un continuo seguimiento de la operación.

- Se enfocan en buscar variables del proceso que explican, cuáles son las variaciones indeseables.
- Hacen un análisis completo sobre medición.
- Se puede estimar cual es la capacidad del proceso de acuerdo a tiempos establecidos, en cortos, medios y largos plazos.
- Usan herramientas como:
  - Mapa de proceso.
  - Análisis de Modo de Falla y Efectos (AMFE)
  - Realizan reportes de control para los datos medidos.
  - Consideran porcentajes de repetición de las métricas

### 1.7.3 A (Analizar)

En la fase de análisis, el equipo evalúa los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso es decir las variables clave de entrada o “focos vitales” que afectan a las variables de respuesta del proceso [60].

La fase analizar sigue una secuencia ordenada, la cual ayuda y permite encontrar causas al problema que se está estudiando:

1. **Exploración:** se investigan los datos y las causas para ver qué se puede descubrir de ellos.
2. **Generación de hipótesis sobre las causas:** en base a lo obtenido en el punto anterior, se identifican las causas más probables del problema.
3. **Verificación o eliminación de las causas:** utilizando los datos, y mediante un análisis más profundo, se comprueban las principales causas que originan el problema en estudio
  - Confirman las métricas necesarias para medir.
  - A veces se puede redefinir el diseño del producto.
  - Utilizan herramientas de análisis estadístico

### 1.7.4 I (Mejorar)

En la fase de mejora (Improve en inglés) el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último, se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso [60].

Este tipo de análisis que se hace en este punto, puede usarse en la siguiente fase.

- Determinan el efecto de las variables claves en el proceso.
- Establecen niveles de desempeño, como es caracterización y optimización.
- Utilizan herramientas como: Experimentos, Optimizar la mejor respuesta

### 1.7.5 C (Controlar)

Fase, control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implementado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve [49].

Pueden volver a estimar la capacidad del proceso, después de determinado período de tiempo.

- Depende de los resultados en la etapa de análisis, hacen un seguimiento de las fases.
- Utilizan herramientas como:
  - Análisis de capacidad de procesos.
  - Planes de Control.
  - Planes de Acción.
  - Planes de Contingencia

## 1.8 DMAIC y ergonomía

La mejora de diferentes factores medibles del proceso mediante la implementación de una un proceso y siguiendo la metodología de DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y controlar). La aplicación conjunta de Lean- Seis Sigma y ergonomía nos aporta una metodología con la cual se consiguen rendimientos rápidos, apreciables y sostenibles sobre los procesos en los que se aplica. Su fundamento principal se basa en la gestión de los “ocho desperdicios” (movimiento, transporte, stock, defectos, sobre actividad, sobre producción, tiempos de espera, mal uso de las competencias) definidos estos como aquellas actividades que no aportan valor añadido al proceso.

Lean, Seis Sigma o Lean- Seis Sigma no son conocidos como herramientas de mejora dentro del sistema de gestión de prevención de riesgos laborales. Si se tienen en cuenta los excelentes resultados de mejora que estos métodos han proporcionado en todos los sectores de producción y de servicios, El prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales en todo el mundo se ha convertido en una lucha constante de las organizaciones y necesita aplicar técnicas que permitan identificar riesgos para establecer controles y minimizar el impacto en la persona, teniendo en cuenta que estos controles parten en la fuente de daño, luego en el medio y por último en la persona.

Por otra parte, la globalización ha hecho que un número cada vez mayor de organizaciones tenga un entusiasmo más notable por el capital humano que trabaja en estas asociaciones. A partir de ahora, la idea es ocultar la posibilidad de que, a pesar de la compensación, es importante centrarse en los requisitos de los trabajadores para participar en el liderazgo básico y producir puertas abiertas para la satisfacción individual del personal que trabaja en las asociaciones. En consecuencia, varios establecimientos, organizaciones, asociaciones en general necesitan adquirir "confirmaciones" utilizando un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional; que permite distinguir los peligros en el trabajo, dentro de los cuales se encuentran, las condiciones ergonómicas a las que el especialista es oprimido durante su jornada laboral; el privilegio de control de los trabajadores seguido de su condición de bienestar [61], [62].

En el sector manufacturero, se ha comprobado que la inclusión efectiva de la Ergonomía en los procesos e instalaciones disminuye los costos relacionados con invalidez, horas extras o extraordinarias, atención médica y primas o multas por incidencias. El objetivo de este trabajo fue revisar el conocimiento científico existente sobre el impacto de la adopción de LPS (Lean Production Systems, un modelo utilizado para incrementar la competitividad mediante la creación de más valor para los clientes con menos recursos) en las empresas manufactureras desde el punto de vista de Ergonomía. Informa, basándose en la literatura revisada, cómo la integración de los principios de LPS y Ergonomía, desde la fase de diseño de la estación de trabajo en adelante, puede traer beneficios para el bienestar de los trabajadores y simultáneamente potencializar mejoras en la productividad [63].

Este documento también pretende presentar tendencias y oportunidades para futuras investigaciones en esta área, incluso en el campo de la Industria 4.0. En opinión de los autores, este artículo es una contribución valiosa para los profesionales, los entornos de fabricación y los investigadores.

Lean Seis Sigma (LSS) es una metodología que combina L y SS para eliminar los siete tipos de desperdicio de Muda y enfocarse en la reducción de defectos, según las características Critical to Quality (CTQ). Los conceptos de LSS se publicaron por primera vez en un libro titulado Apoyarse en Seis Sigma: "Una parábola del viaje a Seis Sigma y una empresa Lean". Los objetivos de LSS en la industria se han destacado ampliamente e incluyen lo siguiente: 1) Asegurar que los productos coincidan con las necesidades del cliente; 2) Eliminación de pasos (desperdicios) de NVA en los procesos; 3) Reducir los costos de mala calidad; 4) Reducir los productos defectuosos; 5) Limitación del tiempo de ciclo; y 6) Distribuir el producto correcto en el momento y lugar correctos. Muchas empresas dirigen sus esfuerzos hacia las dos metodologías de mejora de procesos más comunes, L y SS, con la esperanza de reducir el desperdicio, los costos y la variación [64].

Ergo también incluye sistemas razonables y utiliza un enfoque de sistemas cuando se aplica; sin embargo, incluso en las empresas que tienen procedimientos Ergo, su utilización es generalmente solo en un ámbito muy pequeño de condiciones de trabajo. Esta combinación a menudo conduce a aumentos en el ritmo de trabajo y la carga de trabajo, y en el fortalecimiento del trabajo, lo que puede afectar el bienestar y la seguridad de los empleados al crear fatiga, estrés, tensión relacionados con el trabajo. Así, se eligió el ciclo DMAIC como una técnica adecuada para abordar esta investigación por la forma sistemática en la que permite identificar y resolver problemas. Por lo tanto, tiene aplicabilidad para una amplia gama de problemas bien estructurados o semiestructurados. En consecuencia, la investigación tiene como objetivo integrar Ergonomía con la metodología de mejora de LSS, teniendo en cuenta que, Ergonomía juega un papel fundamental en la aplicación de las etapas DMAIC, integrando el proceso en todas las etapas. Las etapas de DMAIC se presentan en un diagrama de estructura y varias consideraciones y herramientas se combinan en una metodología. El ciclo DMAIC se puede modificar con la introducción de herramientas y procedimientos del área Ergonómica, y la presencia de estas herramientas y procedimientos inicia la integración de la mejora de procesos, incluidas las condiciones de trabajo [64].

## **1.9 Ergonomía**

La ergonomía como disciplina científica, que también despliega acciones aplicadas y prácticas, produjo desde mediados del siglo XIX y ahora en el siglo XXI conocimientos relativos al hombre en situación de trabajo, los cuales se han ido diversificando a medida que el cambio tecnológico ha transformado la forma de trabajar de los individuos y de las sociedades [65]. En respuesta a estas modificaciones, los métodos han cambiado pasando de la observación de experto asistida por lista de chequeo, muy popular en el siglo XX, ha métodos y herramientas centrados en la comprensión del rol de la cognición en los nuevos escenarios del trabajo [66].

La irrupción masiva de las tecnologías de la comunicación en las actividades productivas humanas contribuyo al surgimiento del dominio de la ubicuidad, es decir, los individuos están abocados a ofrecer disponibilidad de todo lo necesario para llevar a cabo una actividad o cumplir una tarea en cualquier instante, lugar o punto físico; esta modificación, en apariencia banal, se revela significativa, ya que implica cambios en muchas de las ideas base de la ergonomía [65].

La necesidad de adaptar el trabajo al hombre y el hombre al trabajo; sin embargo, en estos nuevos escenarios la adaptación se manifestará en una flexibilización continua, en una modificación abierta de

la separación vida/trabajo y en la agilidad individual para desarrollar, de manera continua y en ciclos de tiempo más cortos, nuevas habilidades y competencias [67].

## **1.10 Métodos de evaluación ergonómica**

Una de las muchas clasificaciones existentes acerca de los métodos ergonómicos presentes en la actualidad es aquella que les clasifica en métodos directos y métodos indirectos [65].

**Los métodos indirectos:** se basan en la observación. Para su aplicación utilizan los datos obtenidos por un ingeniero u operario a pie de campo, que se encarga de observar directamente los movimientos y acciones desarrolladas por el operario en la realización de su trabajo [45]. Algunos de los métodos que se encuadran bajo este nombre serían: RULA, OWAS, NIOSH, LEST, REBA, OCRA, BULA [45], [68].

**Los métodos directos:** son aquellos que precisan de diferentes aparatos y equipos electrónicos para la captura de datos que servirán para evaluar las posturas y movimientos que adoptan los trabajadores a la hora de realizar sus trabajos, determinando de esta manera, el grado de riesgo al que se encuentran expuestos. Entre las técnicas más comunes que se incluyen en estos métodos destacan: Electro-miografía – Electro-goniometría – Goniometría – Digitalización de imágenes [69].

### **1.10.1 Descripción de métodos indirectos**

Los estudios relacionados con la asociación entre el nivel de riesgo ergonómico (carga estática) identificado con la evaluación rápida de la extremidad superior y la sintomatología percibida por los trabajadores que describe la asociación entre nivel de riesgo biomecánico (carga postural estática) y sintomatología osteomuscular [70].

#### **1.10.1.1 Método de RULA**

El método RULA fue desarrollado en 1993 por McAtamney y Corlett, de la Universidad de Nottingham (Institute for Occupational Ergonomics), con el objetivo de evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que originan una elevada carga postural y que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo. Para la evaluación del riesgo se consideran en el método la postura adoptada, la duración y frecuencia de ésta y las fuerzas ejercidas cuando se mantiene.

Para una determinada postura RULA obtendrá una puntuación a partir de la cual se establece un determinado Nivel de Actuación. El Nivel de Actuación indicará si la postura es aceptable o en qué medida son necesarios cambios o rediseños en el puesto. En definitiva, RULA permite al evaluador detectar posibles problemas ergonómicos derivados de una excesiva carga postural.

#### **1.10.1.2 Método de REBA**

Existen diversos métodos que permiten la evaluación del riesgo asociado a la carga postural, diferenciándose por el ámbito de aplicación, la evaluación de posturas individuales o por conjuntos de posturas, los condicionantes para su aplicación o por las partes del cuerpo evaluadas o consideradas

para su evaluación. REBA es uno de los métodos observacionales para la evaluación de posturas más extendido en la práctica. De forma general REBA es un método basado en el conocido método RULA, diferenciándose fundamentalmente en la inclusión en la evaluación de las extremidades inferiores (de hecho, REBA es el acrónimo de Rapid Entire Body Assessment).

El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Para desarrollar el método sus autores, apoyados por un equipo de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, valoraron alrededor de 600 posturas de trabajo. Para la definición de los segmentos corporales, se analizaron tareas simples con variaciones en la carga y los movimientos. El estudio se realizó aplicando varios métodos previamente desarrollados como la ecuación de NIOSH.

REBA es un método de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas.

#### **1.10.1.3 Método de OWAS**

Proporciona valoraciones menos precisas que los anteriores. Es esta capacidad de considerar múltiples posturas a lo largo del tiempo, la que hace que OWAS, a pesar de ser un método relativamente antiguo, continúa siendo en la actualidad uno de los más empleados en la evaluación de la carga postural.

OWAS fue desarrollado en 1977 por un grupo de ergónomos, ingenieros y trabajadores del sector del acero en Finlandia. El método, desarrollado inicialmente para dicho sector, resultó extrapolable a otros ámbitos de trabajo, y fue adoptado rápidamente por su sencillez de aplicación y porque en 1991 apareció una versión informatizada, siendo uno de los primeros softwares para la evaluación ergonómica a disposición de los ergónomos.

#### **1.10.1.4 Ecuación de NIOSH**

Con la Ecuación de NIOSH es posible evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga. El resultado de la aplicación de la ecuación es el Peso Máximo Recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) que se define como el peso máximo que es recomendable levantar en las condiciones del puesto para evitar el riesgo de lumbalgias o problemas de espalda. Además, a partir del resultado de la aplicación de la ecuación, se obtiene una valoración de la posibilidad de aparición de trastornos como los citados dadas las condiciones del levantamiento y el peso levantado. Los resultados intermedios obtenidos durante la aplicación de la ecuación sirven de guía para establecer los cambios a introducir en el puesto para mejorar las condiciones del levantamiento.

Permitiendo evaluar levantamientos asimétricos, con agarres de la carga no óptimos y con un mayor rango de tiempos y frecuencias de levantamiento (LI), un indicador que permite identificar levantamientos peligrosos.

### **1.10.2 Descripción de los métodos directos**

Los métodos de medición directa, basados en instrumentos, emplean sensores (casi siempre conectados al sujeto) para medir ciertas variables. Estos métodos recopilan datos precisos, pero son invasivos, requieren una inversión inicial considerable para comprar el equipo, y requieren cubrir los costos de mantenimiento y empleo de personal técnico capacitado y calificado para asegurar su operación efectiva. Los investigadores prefieren los métodos directos, pero no son muy adecuados para su uso en situaciones de trabajo reales, por lo que los métodos observacionales son los más empleados en la práctica [69].

### **1.11 Fases para el diseño de estación mediante métodos ergonómicos**

El procedimiento para aplicar el método RULA, REBA se resume en los siguientes pasos.

#### **1.11.1 Determinar los ciclos de trabajo**

Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares. Pueden presentar disfunciones motrices en los miembros superiores debidas a trastornos físico-periféricos presentes en articulaciones, huesos y músculos, ocasionados por patologías como la artritis reumatoidea y traumatismos generados por accidentes, golpes o quemaduras [71].

#### **1.11.2 Extracción de datos**

Por medio del factor de impacto e indicadores de resultado, sector productivo, el diseño del estudio, afiliación institucional, análisis estadístico utilizado, nivel de riesgo [70].

Es tradicionalmente la forma manual de realizar evaluaciones ergonómicas, esta misma, se caracteriza o diferencia por la manera de adquisición de datos, la cual, para esta forma de evaluación, la base de datos obtenida proviene de la experiencia de un evaluador y al uso de herramientas de medición como lo puede ser un: goniómetro, la cual es una herramienta que es utilizada para medir ángulos entre dos objetos, sin embargo, este tipo de herramientas en algunas ocasiones no son viables, debido a que en estaciones laborales, como lo son las de la industria, no es posible interrumpir la operación o estorbar al operador, por esa razón es que se utiliza la experiencia del evaluador para determinar los ángulos que adopta el movimiento [72].

#### **1.11.3 Selección de las posturas**

Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra. Pueden presentarse disfunciones motrices en miembros superiores, como alteraciones del tono muscular (espasticidad, flacidez, rigidez en músculos), alteraciones de la sensibilidad (anestesia, hipoestesia, hiperestesia), alteraciones en la coordinación (disonía) y alteraciones físicas (deformidad en articulaciones de los dedos de la mano, traumatismos) [71]. El método permite el análisis conjunto de

las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas.

#### **1.11.4 Determinar el hemisferio a evaluar**

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Así pues, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro.

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (cuello, tronco y piernas). Por ello, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro [72].

#### **1.11.5 Tomar los datos angulares requeridos**

Pueden tomarse fotografías desde los puntos de vista adecuados para realizar las mediciones. para esta tarea puedes emplear ruler, la herramienta de ergonautas para medir ángulos sobre fotografías [71].

#### **1.11.6 Puntuaciones para cada parte del cuerpo**

Es necesario buscar un punto de enfoque en el cual el sistema de adquisición de datos pudiera detectar cada una de las articulaciones del cuerpo y así formar un esqueleto que recreara la postura que adoptaba la persona [72].

#### **1.11.7 Nivel de Actuación**

Los factores evaluados, mostrando los niveles de nocividad a los que están expuestos los trabajadores e importancia para proponer mejoras específicas. Con relación al nivel de actuación para RULA (pueden requerirse cambios en la tarea, es conveniente profundizar en el estudio) y teniendo en cuenta la prevalencia de síntomas. A partir de éste, se obtiene una puntuación que determina el nivel de Actuación e indica si la postura es aceptable o no, y si es necesario cambios o rediseños en el puesto de trabajo; este método permite detectar posibles problemas ergonómicos derivados de una carga postural excesiva [70].

##### **1.11.7.1 Estudio descriptivo**

Un estudio descriptivo cuyo propósito es identificar los conceptos de ergonomía, diseño industrial y puesto de trabajo, para definir los criterios que se deben tener en cuenta en la selección de mobiliario de oficinas y otros espacios laborales que requieren adecuación de las condiciones funcionales y ergonómicas [73].

Metodología de tipo descriptivo. Esta información permite a los objetos cumplir la función para la que fueron concebidos y procurar condiciones de adaptación para el (los) usuario(s) [73].

### **1.11.7.2 Variables técnicas y estético-comunicativas**

A) Variables técnicas (ergonómicas), asociadas con el quehacer de la ergonomía.

1. Antropometría: encargada de analizar la variación de las medidas físicas del hombre
2. Biomecánica: los movimientos, esfuerzos, ángulos de confort y el equilibrio de los seres vivos.
3. Cognitivo, encargado del estudio de todas las actividades humanas (capacidades y limitaciones) [73].

B) Variables estético-comunicativas, Se refieren a los atributos del diseño.

1. El color: herramienta de comunicación que también funciona para los productos y elementos de trabajo
2. La forma: obedece a los requerimientos, necesidades, gustos y preferencias de los usuarios
3. El tamaño: impuesto por características físicas de cada persona
4. La textura: aspecto percibido a través de la superficie del objeto
5. El material, a través de la inspección visual y la manipulación táctil.
6. La estructura: forma en que están organizados los diversos componentes del mismo [73].

### **1.11.8 Determinar qué tipo de medidas deben adoptarse**

La adopción continuada y repetida de posturas penosas durante el trabajo genera fatiga y a la larga puede ocasionar trastornos en el sistema musculo esqueléticos. El método RULA permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas y actividad estática del sistema músculo esquelética. El método evalúa posturas concretas del cuerpo a la hora de realizar trabajos y es muy importante hacer una discriminación de las posturas para evaluar aquellas posturas que supongan una carga postural más elevada. “La intensidad, distancia, repetición, frecuencia, duración, posturas y premura con la que deberán de efectuarse las actividades de carga y traslado manual” [74].

#### **1.11.8.1 Elección del estudio**

Metodología RULA, se presenta el proceso de evaluación paso por paso para la aplicación del método de evaluación ergonómica, debido a que la forma manual y la automática se caracterizan principalmente por la captura de movimientos, ya que es en esa parte donde son evaluadas las posiciones de las articulaciones del cuerpo, dicho método se encarga de evaluar la carga postural de las posiciones adoptadas por el operador quien lleva a cabo la actividad laboral [72].

#### **1.11.8.2 Ecuación de NIOSH, manejo ergonómico de cargas**

La ecuación determina que el límite de peso recomendado (LPR) para el levantamiento de cargas se obtiene del producto de siete factores, siendo además el índice de levantamiento (ecuación 1), el cociente entre la carga levantada y el límite de peso recomendado para esas condiciones [69].

$$\text{Índice de levantamiento} = \left( \frac{\text{carga levantada}}{\text{límite de peso recomendado}} \right)$$

### 1.11.8.3 Aplicación Métodos RULA y NIOSH

Conjuntamente con la revisión de herramientas y métodos de evaluación ergonómicos se ha modelizado mediante herramientas de trabajo para estudios posturales. Para llevar a cabo su aplicación se debe partir de una secuencia de levantamiento que se haya diseñado previamente, que permite la posibilidad de estudiar las dos mitades corporales, estableciendo una serie de cuatro niveles posturales de acción y se establece los límites de carga teniendo en cuenta criterios biomecánicos, fisiológicos y psicofísicos [69].

### 1.11.8.4 Análisis de los datos

El método RULA Y REBA divide el cuerpo en dos grupos. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal para, en función de dichas puntuaciones, se asignan valores globales a cada uno de los grupos A y B [75].

Las variables técnicas en relación con las variables estético-comunicativas establecen los requerimientos de adaptación de los objetos con el usuario y los atributos físicos de los objetos según su función. Estas dos variables son consecuentes para determinar cómo es el objeto, cuál es su función, como funciona, cuál es su tamaño, cómo son su textura y su material en cuanto a la adaptación de los usuarios (se incluye el factor humano) [73].

### 1.11.8.5 Resultados de análisis

Las variables técnicas (ergonómicas) permiten la función de adaptación con el usuario, por medio de datos:

1. Antropométricos, que se encargan de estudiar la variación de las medidas físicas del hombre, que juega un papel importante en el diseño de objetos.
2. Biomecánicos, que se encargan del estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano en relación con los objetos con los que se interactúa.
3. Cognitivos, que se encargan del estudio de todas las actividades humanas (capacidades y limitaciones) relativas al conocimiento y el procesamiento de la información, relacionados con los procesos de trabajo y los entornos con los que se interactúa [73].

### 1.11.9 Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura

Elaboración de propuestas y acciones de mejora, a través de estrategias, métodos, equipos y herramientas apropiados, en búsqueda de la reducción del nivel de riesgo en los puestos de trabajo; con ayuda de entregables como rediseños de puestos de trabajo, instrucciones de trabajo a través de

capacitaciones ergonómicas, diseños de equipos auxiliares y herramientas con información para disminuir el nivel del riesgo disergonómico y psicosocial [76].

#### **1.11.10 Evaluar de nuevo la postura para comprobar la efectividad de la mejora**

La propuesta de mejora se centra en la prevención y control del nivel de riesgo en cada uno de los puestos de trabajo buscando mejorar las condiciones laborales del talento humano, a su vez mejora las condiciones laborales de los trabajadores generando así un impacto social positivo para los operarios, diagnostica los riesgos disergonómicos y psicosociales en los puestos de trabajo del área de producción de la empresa para identificar oportunidades de mejora [76].

## Capítulo 2 Metodología

En este capítulo se describe la metodología usada mediante herramientas ergonómicas y Seis Sigma para la implementación (en las estaciones de trabajo) de estación de trabajo. El puesto de trabajo fue evaluado mediante los siguientes métodos (DMAIC, REBA, RULA, NIOSH, OWAS). El proceso para el desarrollo de este estudio se basó en objetivos diseñados para lograr la secuencia de la metodología DMAIC (herramienta metodológica enfocada en la mejora incremental de procesos existentes) que consta de cinco etapas (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Y para el cumplimiento de los mismos se consideraron herramientas ergonómicas descrito en los pasos establecidos en los métodos ergonómicos establecidos (NIOSH, OWAS, RULA y REBA) [77], [78].

La metodología de esta investigación se muestra en la tabla 3.

*Tabla 3: Metodología, implementación de herramienta de manufactura.*

Metodología		
Etapa	Acción	Análisis ergonómico
1	(Definir)	Identificar las condiciones de trabajo que afectan la integridad del emparador, ocasionados por trastornos musculoesqueléticos [79].
		Cuestionario NOM-035-STPS-2018 Determinar ciclos de trabajo
2	(Medir)	Evaluar el factor crítico de riesgo, que permita mejorar prácticas a condiciones y estaciones de trabajo ya existentes [80].
		Estudio de posturas
		Evaluación de hemisferios
		Mediciones angulares
3	(Analizar)	Evaluación de posturas individuales
		Analizar el factor crítico de riesgo con el nivel de nocividad de las tareas desempeñadas [81], [31].
		Analizar el riesgo y nivel de actuación
		Analizar las posiciones a adoptarse
4	(Mejorar)	Proponer un rediseño en el puesto de trabajo de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas [82], [83].
5	(Controlar)	Rediseño de puesto de trabajo
		Implementar estación de trabajo ergonómico, evaluar, validar y verificar la efectividad de la mejora. [81], [84].
		Evaluar la efectividad de mejora

Logrando obtener para la empresa y personal operativo los siguientes beneficios:

Disminución del ausentismo laboral: logrando la adaptación del puesto del empleado a sus necesidades.

Productividad maximizada: reduciendo los riesgos laborales y obteniendo mejor dinámica en el sistema.

Mejor clima organizacional: introduciendo herramientas y tecnologías que facilitan el trabajo [85].

En la figura 2 se observa el área de trabajo donde se aplicaron los sistemas de mejora propuestos (DMAIC y ergonomía), El área está compuesta por una máquina de inyección (los moldes van desde 24 a 96 cavidades y las dimensiones del producto es en presentaciones desde 26 mm hasta los 48 mm) donde se integra un enfriador de tapa, tolva, clasificador e inspector automático con luces, al final de la línea está la zona de llenado de caja, esta zona tiene una dimensión de 1.5 metros de ancho por 3 metros de largo, en donde el empacador realiza la operación de conteo y pesado de piezas, etiquetado, empaque y embalaje del producto (tapas y asas plásticas). La operación consta de colocar seis cajas de base por máximo seis cajas de estiba.



*Figura 2: Área de trabajo*

Para el desarrollo del proyecto se consideraron los materiales mencionados en la Tabla 4. Se observa que se utilizó un flexómetro de 3 metros para la medición de longitudes del puesto del trabajo, así como el recorrido realizado para realizar las operaciones logrando de esta manera determinar la eficiencia y los niveles de riesgo ergonómicos del empacador. El uso del equipo de cómputo fue para la redacción de este documento, la simulación del proceso y el análisis del proyecto. Adicional a estos materiales se utilizaron dos softwares:

- A) Ergoniza: Para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo que ayudo a dividir el trabajo en tareas y evaluar cada una con un método de evaluación diferente, además de realizar una evaluación inicial y final de los riesgos.
- B) Flexim: Es un paquete de software de simulación de eventos discretos que ayudo a analizar de forma visual y representativa el proceso desempeñado.

Tabla 4: Materiales utilizados

Material	Característica	Uso
Flexómetro de 3 metros	Instrumento de medida utilizado conocer longitudes requeridas para este estudio	Medición de áreas
Laptop	Laptop Dell Inspiron 5593 Intel Core i7 Gen 10th 8GB RAM 512GB SSD	Redacción de este documento
Software Ergoniza	Software para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo.	Estudio de posturas
Simulador Flexim	Modelado y Análisis de Simulación 3D	Simulación de área de trabajo

## 2.1 Identificar las condiciones de trabajo que afectan la integridad del empacador ocasionados por trastornos musculoesqueléticos

### 2.1.1 Cuestionarios NOM-035-STPS-2018

Con la ayuda de cuestionarios recomendados por la secretaria del trabajo (Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención) aplicados a toda la organización, ayudo a determinar el factor que causan estrés y ansiedad en el proceso [86]. Lo cual ayudo a definir que en la parte de proceso de empaque / embalaje de tapas y asas plásticas es el proceso en el cual se desarrolló la mejora.

### 2.1.2 Determinar ciclos de trabajo

Para la evaluación de los ciclos de trabajo se creó una tabla (ver tabla 5) en donde realizó un estudio en los tres turnos laborables, considerando los cuatro grupos de la organización (1er grupo en horario de 7:00 a 15:00 horas, 2do grupo en un horario de 15:00 a 22:00 horas, 3er grupo en un horario de 22:00 a 7:00 horas, 4to grupo en descanso, “los grupos van rotando cada semana”). Para el estudio se consideraron 16 personas (4 personas por grupo). Esto ayudo a la toma de datos en sitio y a la evaluación de riesgos ergonómicos de cada persona, así como la determinación de la productividad en el proceso de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas.

Tabla 5: Formato de Programa de muestreo semanal

Grupos	Personas	Horarios de muestreo												Días descansados
		8:00	10:00	12:00	14:00	15:30	17:30	19:30	21:30	23:00	1:00	3:00	5:00	
		Lunes a sábado				Lunes a sábado				Lunes a sábado				
1	1	semana 1				semana 2				semana 3				semana 4
	2													
	3													
	4													
2	5	semana 2				semana 3				semana 4				semana 1
	6													
	7													
	8													
3	9	semana 3				semana 4				semana 1				semana 2
	10													
	11													
	12													
4	13	semana 4				semana 1				semana 2				semana 3
	14													
	15													
	16													

## 2.1 Evaluar el factor crítico de riesgo, que permita mejorar prácticas a condiciones y estaciones de trabajo ya existentes

### 2.1.1 Estudio de posturas

Se realizó un listado de las actividades realizadas, las posturas que se generan por la actividad y el método para el análisis de las operaciones (ver tabla 6). En este formato se describieron de forma general cada una de las actividades desempeñadas en la operación (desde inicio a fin del empaque y embalaje del producto), el tipo de movimientos o actividad desempeñada y el método en el cual fue evaluado para determinar el nivel de riesgo ergonómico hacia el empaquetador (la información establecida en dicha tabla ayudo de forma específica a describir las operaciones requeridas en este estudio, contemplando los análisis ergonómicos indirectos usados para este estudio y la evaluación de cada uno de ellos obteniendo datos específicos del riesgo ergonómico evaluado).

Tabla 6: Formato de Estudio del método y de las posturas

Actividad	Posturas	Método

### 2.1.2 Evaluación de hemisferios

Se consideraron los siguientes criterios para la evaluación de los dos hemisferios del cuerpo, para así lograr entender el detalle de la acción ejecutada.

Para cada actividad (ver figura 4). Mediante la observación y videos de la operación desempeñada. Con base a la necesidad de evaluación (tipo de método a ejecutar por operación realizada), desglosado el trabajo en tareas donde se establecerán los factores de riesgo presentes y, finalmente, qué métodos son de aplicación para la valoración de cada tarea, dado que en un mismo puesto pueden existir diversas tareas y en cada tarea diversos factores de riesgo presentes.

Se evaluaron 10 partes corporales (ver tabla 7), en esta se mencionan los hemisferios A y B que hacen referencia tanto a extremidades inferiores y superiores del cuerpo, considerando puntos específicos para la medición de la afectación directa en (Brazos, Antebrazos, Muñeca, Giros de Muñeca, Espalda, Piernas, Flexión de piernas, Cuello y Carga desempeñada). La información recabada ayudo a determinar el tipo de hemisferio y el método en el cual se avalúa la operación especifica realizada por el empacador en el proceso de empaque y embalaje de las tapas plásticas.

*Tabla 7: Evaluación de los hemisferios*

Hemisferio A, B			Hemisferio B, A		
Brazo	Antebrazo	Muñeca		Cuello	Tronco
		Giro de muñeca			Piernas
Espalda		Piernas			Carga

Para el estudio corporal de las actividades realizadas fue necesario la clasificación del método a emplear considerando la actividad y la parte corporal usada para la evaluación de cada movimiento en específico, de esta manera se logró la definición del hemisferio a emplear considerando las 10 principales secciones del cuerpo antes mencionadas (ver tabla 6). El método fue aplicado tanto al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado, así como el hemisferio superior e inferior, esto ayudo a elegir las actividades prioritarias (mayor repetición y esfuerzo) logrando de esta manera la identificación angular para cada una de las posturas.

Por la naturaleza de las actividades realizadas se analizaron las partes del cuerpo de acuerdo con la siguiente representación (ver figura 3). En donde se establece el tipo de método para la evaluación ergonómica acorde al tipo de actividad desempeñada considerando las repeticiones y nivel de riesgo, estas son clasificadas de acuerdo al hemisferio del cuerpo evaluado y el tipo de musculo que desarrolla la actividad.

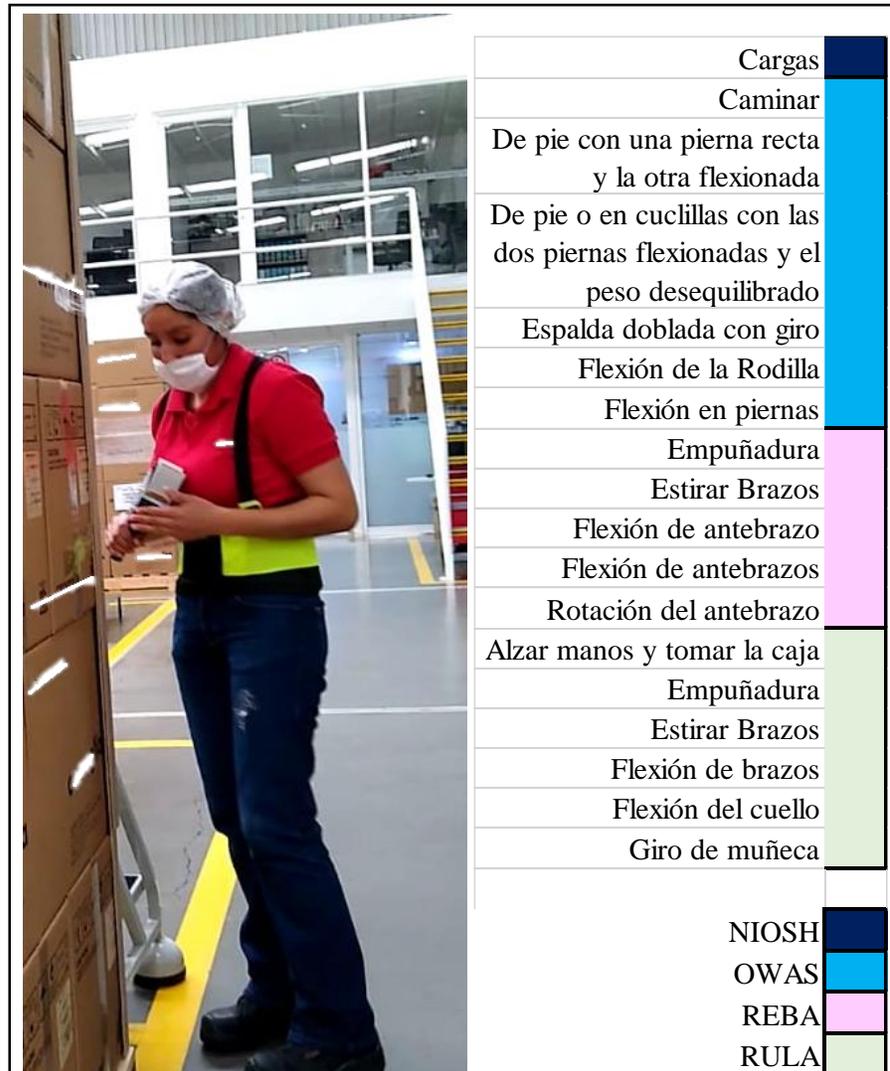


Figura 3: Representación gráfica para estudio corporal

### 2.1.3 Mediciones angulares

Después del análisis de los hemisferios se describieron las operaciones de mayor respetabilidad, tiempo de permanencia y esfuerzo realizado por el emparador, se determinaron los siguientes criterios para las mediciones angulares (ver tabla 5), para esto se usó el software ERGONIZA (Mediante 1 toma de imágenes y video de la operación), para esto se determinaron los ángulos de flexión para cada parte corporal.

La medición angular se tomó en consideración del tipo de método establecido ergonómico para la operación, cada valor expresado está en función del hemisferio, la base es la consideración de las 10 partes corporales requeridas (ver tabla 8), tomadas después de la observación de los ciclos de trabajo monitoreados.

Para la medición de hemisferios se dividieron en dos grandes grupos, el grupo A y B (ver tabla 7), Estos contemplan partes específicas del cuerpo (Brazos, antebrazo, muñecas, giros de la muñeca, cuello, tronco y piernas) estas son las partes corporales con mayor grado de flexión, extensión, pronación o supinación y actividad, cada operación realizada se analizó y determinó el índice de movimiento realizado, así como el impacto que se tiene al soporte corporal (espalda, piernas, cargas posturales) y por consecuencia el grado de riesgos al que se expone el empacador en las actividades realizadas de manera rutinaria en la operación.

*Tabla 8: Mediciones de los hemisferios*

Hemisferio A	
Brazo	Desde 20° de extensión a 20° de flexión
	Extensión >20° o flexión >20° y <45°
	Flexión >45° y 90°
	Flexión >90°
Antebrazo	Flexión entre 60° y 100°
	Flexión <60° o >100°
Muñeca	Posición neutra
	Flexión o extensión > 0° y <15°
	Flexión o extensión >15°
Giro de muñeca	Pronación o supinación media
	Pronación o supinación extrema
Hemisferio B	
Cuello	Flexión entre 0° y 10°
	Flexión >10° y ≤20°
	Flexión >20°
	Extensión en cualquier grado
Tronco	Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas >90°
	Flexión entre 0° y 20°
	Flexión >20° y ≤60°
	Flexión >60°
Piernas	Sentado, con piernas y pies bien apoyados
	De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición
	Los pies no están apoyados o el peso no está simétricamente distribuido

La determinación de ángulos de flexión se realizó mediante el análisis de movimientos y toma de imágenes y video de la actividad desempeñada (ver figura 4) en donde se consideraron 12 puntos principales (1. Tomar caja de estante 2. Colocación de caja en base en espera de su uso, 3. Colocación de bolsas, 4. Colocación en zona de llenado de cajas, 5. Inspección visual del producto, 6. Agarre de bolsa y colocación en balanza para pesado, 7. Acomodo de producto, 8. Sellado de caja, 9. Etiquetado, 10. Carga del producto y transporte a tarima, 11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas, 12. Emplante).

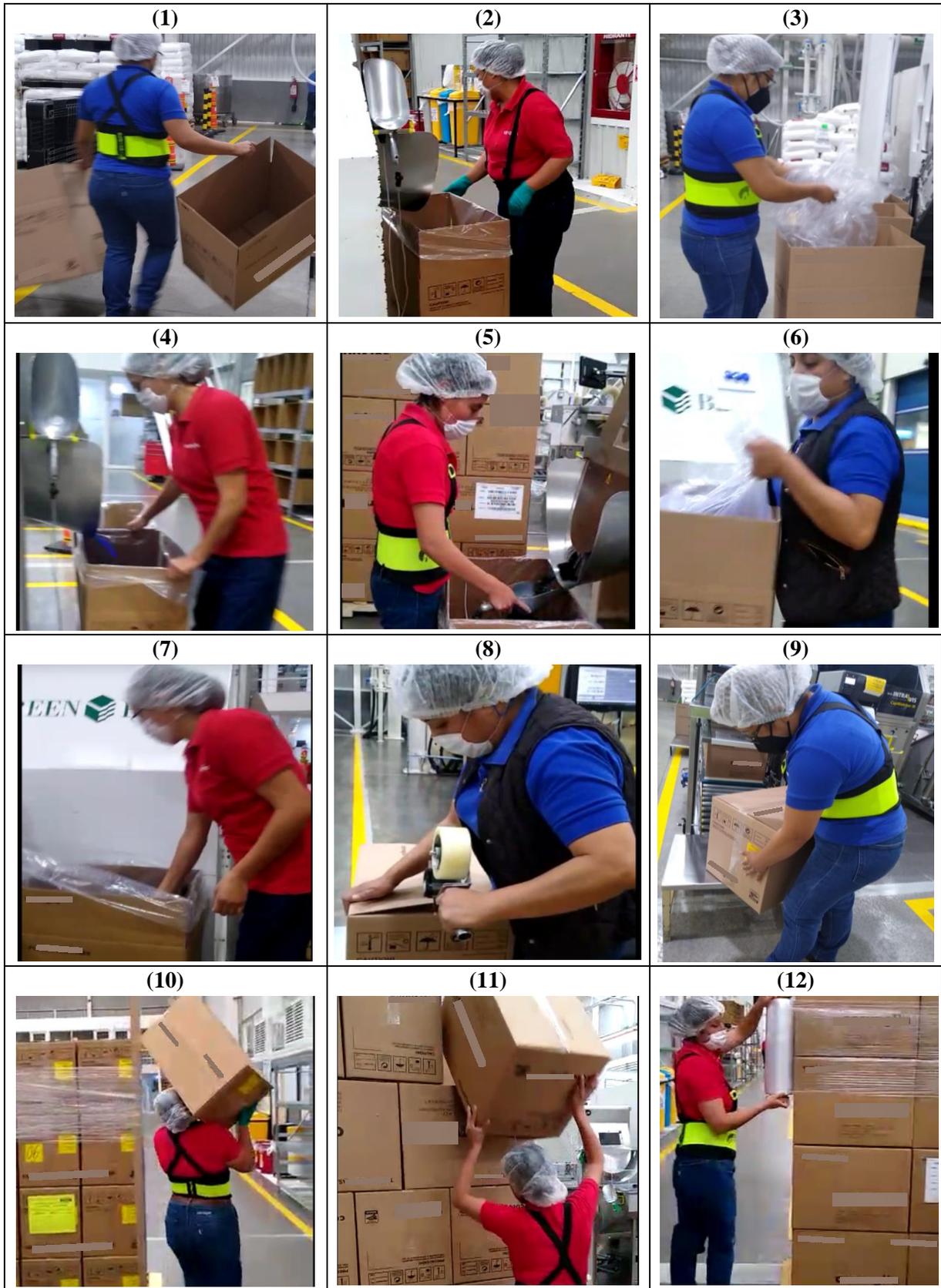


Figura 4: Actividades desempeñadas para el empaque y embalaje de tapas y asas plásticas

### 2.1.4 Evaluación de posturas individuales

Se evaluaron siete partes corporales (ver figura 4), para considerar el riesgo de todas las posturas de forma global, se calculó la frecuencia relativa de cada posición adoptada por cada miembro (ver tabla 9). Es decir, en qué porcentaje del total de posturas registradas, cada miembro se encuentra en una posición determinada, con puntuaciones con base a los métodos ergonómicos analizados (RULA, REBA, OWAS NIOSH) para lograr entender se identificaron que partes del cuerpo soportan una mayor incomodidad.

Para esta etapa se consideraron tres factores principales para el desempeño de la actividad. Estática: en movimientos o actividades que se extienden a más de un minuto para su ejecución, Repetitivas: para este factor se analizaron las actividades que se repiten por lo menos cuatro veces por minuto pero que su impacto ergonómico es de riesgo elevado para el empacador, Ocasional: Movimientos o actividades de poca frecuencia y de corta duración, pero con flexiones extendidas.

Tabla 9: Posturas individuales.

<b>Evaluación de posturas individuales</b>	<b>Tipo de actividad</b>
	Estática (se mantiene más de un minuto seguido)
	Repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto)
	Ocasional, poco frecuente y de corta duración
	<b>Carga o fuerza</b>
	Carga menor de 2 Kg. mantenida intermitentemente
	Carga entre 2 y 10 Kg. mantenida intermitentemente
	Carga entre 2 y 10 Kg. estática o repetitiva
	Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente
	Carga superior a 10 Kg estática o repetitiva
	Se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas

Mediante este análisis, se tomaron como base las posturas con mayor respetabilidad, tiempo de permanencia y esfuerzo (ver figura 5).

- Acomodo de cajas para llenado de producto
- Llenado y pesado de producto
- Sellado y etiquetado de cajas
- Carga de producto y transporte a tarima
- Estiba y acomodo de cajas en tarimas

Esto ayudo a centrar la atención en las posturas perjudiciales que son realizadas por períodos prolongados o en forma repetitiva las cuales incrementan las tasas de fatiga, incomodidad postural y lesiones disminuyendo la productividad y aumentando los costos.



Figura 5: Posturas prioritarias

## 2.2 Analizar del factor crítico de riesgo con el nivel de nocividad de las tareas desempeñadas.

### 2.2.1 Analizar el riesgo y nivel de actuación

En esta etapa se indica que el riesgo de la tarea resulta aceptable es decir la postura que debe adoptarse, logrando justificar de manera precisa los cambios a ejecutarse, las puntuaciones de cada miembro y grupo, así como las puntuaciones de fuerza y actividad muscular, se determinaron los aspectos en los que se debe actuar para mejorar el puesto de trabajo y reducir los problemas ergonómicos derivados de una excesiva carga postural (ver tabla 10 a la 12).

El análisis del factor de riesgo ergonómico permitió tener la visión para proponer las recomendaciones para disminuir la repetitividad que suelen ser complejas y normalmente van encaminadas a:

- Establecer rotaciones a otras tareas que permitan utilizar diferentes grupos musculares.
- Realizar pausas adecuadas antes de que sobrevenga la fatiga, preferiblemente cortas y frecuentes.
- Usar herramientas eléctricas o mecánicas, siempre que sea posible.

Tabla 10. Niveles de riesgo derivado del nivel de actuación OWAS

Categoría de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida OWAS
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Tabla 11: Niveles de riesgo derivado del nivel de actuación RULA

Puntuación	Nivel	Actuación
1 o 2	1	Riesgo Aceptable
3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea

Tabla 12: Niveles de riesgo derivado del nivel de actuación REBA

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación REBA
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

### 2.2.2 Analizar las posiciones a adoptarse

Se consideraron acciones para actividades con nivel de riesgo elevado (ver tablas 10, 11, 12 y figura 6), ajustando el método de operación para desarrollar la actividad (eliminando operaciones de mayor respetabilidad, tiempo de permanencia y esfuerzo realizado por el empacador), esto se realizó con la ayuda de software ERGONIZA.

Código	1	2
	Los dos brazos bajos	Un brazo bajo y el otro elevado
Posición de los brazos		

Figura 6: Ejemplo de simulación y posturas a adoptarse

## 2.3 Proponer un rediseño en el puesto de trabajo de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas

### 2.3.1 Rediseño de puesto de trabajo

Mediante el diseño del puesto de trabajo y el análisis de riesgo al personal, se logró obtener el recurso para la implementación del puesto de trabajo ergonómico, impactando de tal manera que el empacador controla la planeación, organiza las tareas de modo que permitió, incrementar la libertad e independencia del empleado, incrementar la responsabilidad y proporcionar retroalimentación, para que un individuo fuera capaz de evaluar y corregir su propio desempeño (ver figura 7).

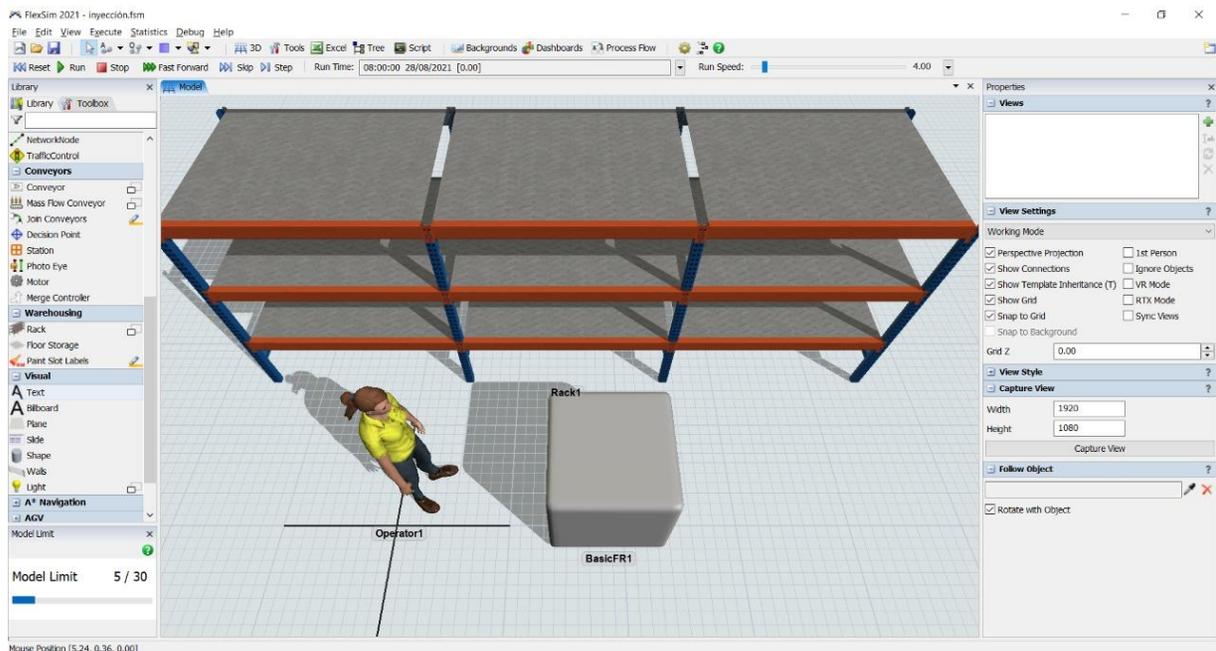


Figura 7: Ejemplo del diseño del área de trabajo

## 2.4 Implementar estación de trabajo ergonómico, evaluar, validar y verificar la efectividad de la mejora.

### 2.4.1 Evaluar la efectividad de mejora

Mediante encuestas al personal, análisis de datos obtenidos de la mejora e indicadores de producción, se demostró la efectividad de la mejora realizada al proceso, se lograron disminuir los riesgos laborales e impacto ergonómico al personal, además del incremento en la productividad, después del rediseño e implementación de puesto de trabajo ergonómico.

# Capítulo 3 Desarrollo

El desarrollo del presente trabajo, se realizó bajo la estructura de la metodología DMAIC y métodos indirectos de ergonomía (REBA, RULA, NIOSH, OWAS), (ver figura 8) se muestra la estructura general del proyecto.

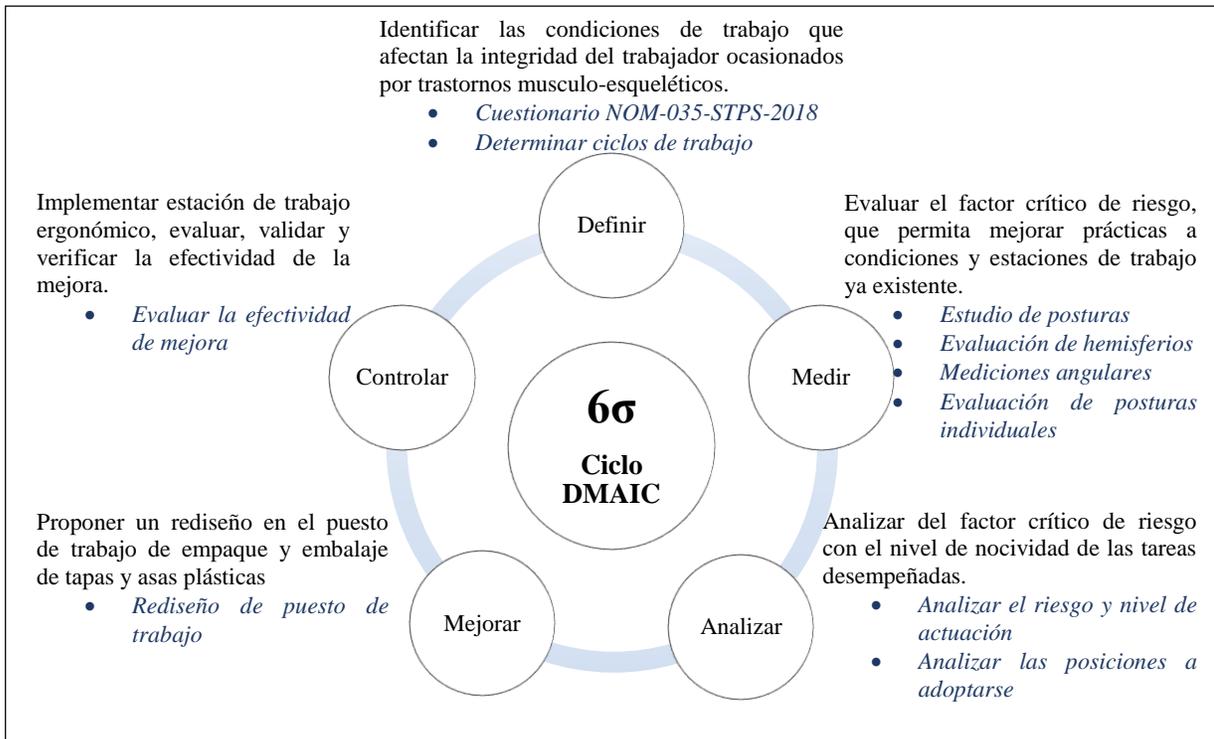


Figura 8: Representación gráfica del desarrollo de proyecto

## 3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018

Uno de los principales objetivos de la norma es: El cumplimiento de esta y al mismo tiempo elevar la productividad, reducir la rotación, incrementar el compromiso de la gente y lograr ser una empresa relevante para la fuerza laboral del futuro (de esta manera poder establecer el diseño de la estación de trabajo acorde a la actividad desempeñada y así poder prevenir accidentes laborales y enfermedades provocadas por el trabajo). A continuación, se presentan la aplicación de los cuestionarios de la NOM-035 (114 evaluaciones realizadas).

Las encuestas de la norma oficial mexicana 035 STPS (2 encuestas, #1 factores psicosociales que se pueden presentar en el espacio de trabajo se encuentran, # 2 la evaluación del entorno organizacional), fueron enfocadas para conocer las condiciones básicas de ergonomía que los empacadores necesitan en la ejecución de las operaciones en los apartados de seguridad, medio ambiente y salud.

La población en la cual se desarrolló el cuestionario está distribuida por personal femenino con el mayor porcentaje de participación, 54 cuestionarios (equivalentes al 47.7%), Masculino 43 cuestionarios (equivalentes al 38%), y No respondidos 17 (equivalentes al 15%), (ver figura 9).

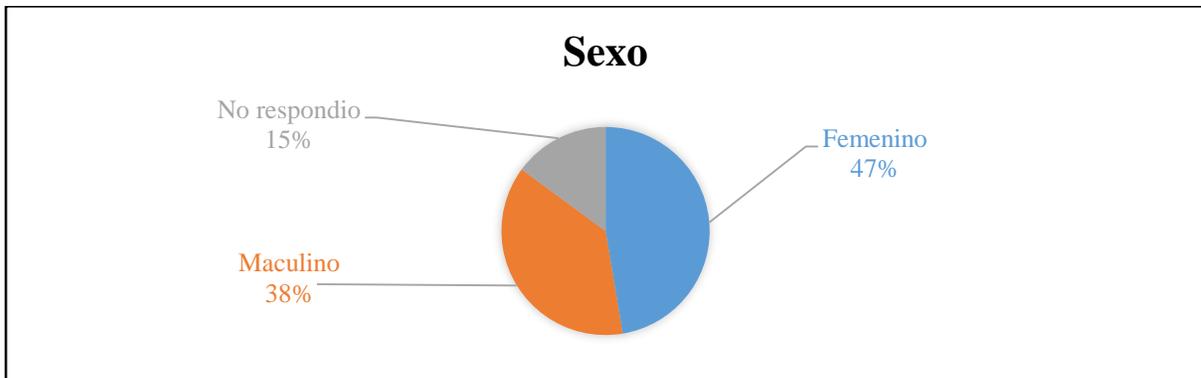


Figura 9: % de participación cuestionario NOM-035 por sexo

La empresa cuenta con una plantilla promedio de 132 colaboradores, en las cuales 18 personas son directivos y altos mandos y 114 personas se distribuyen en toda la operación de la planta. Por lo cual la aplicación de las encuestas determinadas por la NOM-035, fueron aplicadas a estos niveles de operación, se incluyó el 100% de la población establecida para el análisis de los resultados (114 personas de operaciones) dividido de la manera siguiente:

El mayor número de empleados se encuentra en el área de producción (56 personas “en la cuales destaca el nivel secundaria como grado máximo de estudios”) para esta área, el personal se encuentra distribuido en líneas de inyección de plástico y su actividad cotidiana es el empaque y embalaje de las tapas y asas plásticas, el área seguida con mayor número de personal es almacén (20 personas “en la cuales destaca el nivel secundaria como grado máximo de estudios”), mantenimiento (17 personas “en la cuales destaca el nivel medio superior como grado máximo de estudios”), calidad (15 personas en la cuales destaca el nivel superior como grado máximo de estudios), laboratorio (5 personas “en la cuales destaca el nivel superior como grado máximo de estudios”) e investigación y desarrollo (3 personas “con nivel de estudios superiores”).

La encuesta se realizó a todas las áreas de la organización, se consideraron 114 personas que abarcan todos los procesos operativos y los rangos de edad están entre los 20 y 59 años (ver figura 10). La distribución de la población se encuentra de la siguiente manera: el 23% de la población se encuentra en un rango de edad de los 35 a los 39 años, el 22% corresponden a un rango de 30 a 34 años, el 15% de la población se encuentra en dos categorías (15% rangos de 40 a 44 años y 15% edades de 25 a 29 años), de la misma manera el 8% se encuentra en dos categorías (8% de 45 a 49 años y 8% entre los 20 a 24 años), el 5% de la población no atendió a esta encuesta, el 3% está en el rango de edad de los 55 a 59 años y el 1% entre los 50 a 54 años.

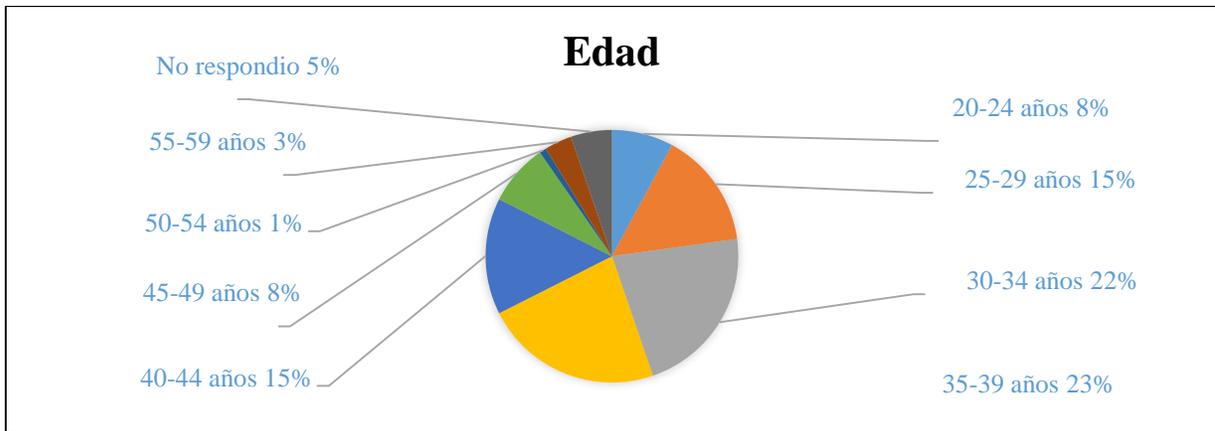


Figura 10: Rangos de edad de personas evaluadas

La mayor población se encuentra en el área de inyección (56 personas que representan el 49.1 del total de la población) y el mayor porcentaje de los mismos esta entre rangos de edad que van desde los 25 a 39 años de edad, estas personas están distribuidas entre los cuatro grupos de trabajo determinados por la empresa (personal de 1ro, 2do y 3er turno, así como personal de descanso). La actividad principal es realizar la labor de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas, así como las actividades físicas que conllevan las operaciones desde la alimentación de las materias primas, hasta la limpieza del área (rolando en las 14 máquinas de inyección con la que cuenta la organización).

Para la obtención de datos más detallados del personal que ejecuta las labores operación se identificó el estado civil en el que se encuentran (ver figura 11), obteniendo como mayor porcentaje a personal casado con un 57%, personal soltero con un 18% de la población, un 16% de la población viven en unión libre, 8 % de las encuestas no fueron atendidas y el mínimo porcentaje es del 1% de la población en el que se describe que se encuentra divorciado.

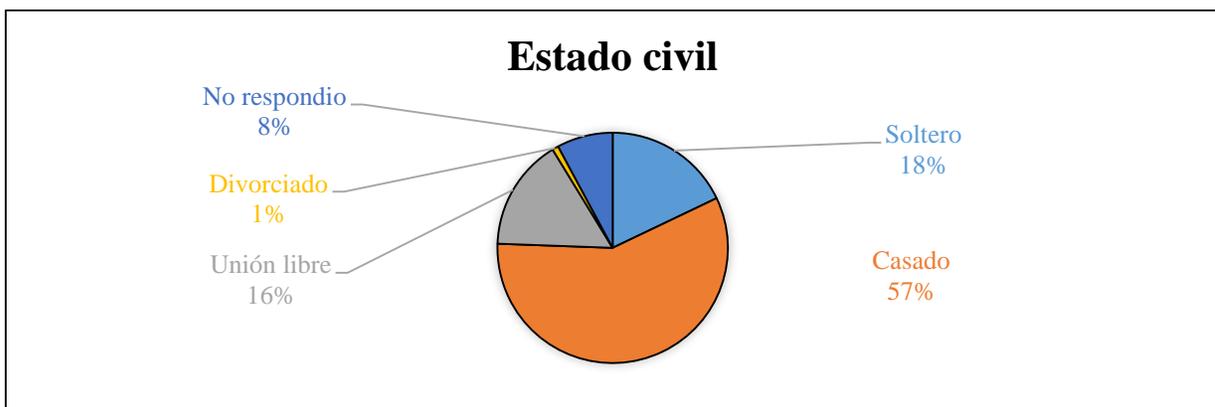


Figura 11: Estado civil de las personas evaluadas

El 57 % de la población es casada, “la organización considera tener un mayor porcentaje de esta población en áreas productivas ya que el criterio de esta organización de origen suizo, referencia que las personas casadas tienen una forma de pensar madura con un sentido de responsabilidad y compromiso hacia la familia y el trabajo, lo cual brinda mayor confianza para asignar responsabilidades que puedan llevar al cumplimiento de los objetivos planteados en cuanto a calidad y productividad del trabajo”.

Para el cumplimiento de los objetivos establecidos por la NOM-035, fue necesario conocer la perspectiva del trabajador hacia las condiciones de ambiente laboral y fue necesario la aplicación de los dos cuestionarios anteriormente mencionados (identificación de condiciones peligrosas e inseguras), en las cuales en 56% de la población comenta que las condiciones peligrosas son nulas, el 32% de la población manifiesta que las condiciones peligrosas son bajas, el 8% considera que el nivel de condiciones peligrosas o inseguras son medias, y el 4% del personal percibe un alto nivel de condiciones peligrosas o inseguras (ver figura 12).



Figura 12: Ambiente de trabajo percibido por el trabajador

Las condiciones en el ambiente de trabajo, se refieren a condiciones peligrosas e inseguras o deficientes e insalubres, el mayor porcentaje de la población no percibe condiciones inseguras a pesar de las actividades que realizan de forma rutinaria en la cuales realizan desde cargas, movimientos repetidos, estibas de cajas, armado de pallets a alturas desproporcionales a la estura del trabajador (la mayoría de las personas dan como respuesta en los cuestionarios, que es una condición normal que todos deben sentir por las condiciones de la actividad y operaciones desarrolladas)

Para la evaluación del entorno organizacional, se identificó la carga de trabajo percibida por el trabajador en la cual el 38% (corresponden a 49 personas) se encuentra en nulo y piensan que las actividades realizadas son acordes a su función, el 28% (corresponde a 32 personas) percibe un nivel bajo de carga de trabajo, el 18% (corresponde a 20 personas) consideran que las cargas de trabajo son medias y el 11% (corresponde a 13 personas) de las personas aseguran que la carga de trabajo es alta y que excede su capacidad y no son remuneradas (ver figura 13).



Figura 13: Carga de trabajo percibida por el trabajador

Las cargas de trabajo encuestadas se refieren a las exigencias que el trabajo impone al trabajador y que exceden su capacidad, pueden ser de diversa naturaleza, como cuantitativas, cognitivas o mentales, emocionales, de responsabilidad, así como cargas contradictorias o inconsistentes. Las 13 personas que consideran una alta carga de trabajo se encuentran entre laborando en las líneas de inyección identificadas desde la línea 6 hasta la 14 (la empresa cuenta con 14 líneas de inyección, de la línea 1 a la 5 el ciclo de inyección es de hasta 8 segundos, en las maquinas 6 a la 14 el ciclo de inyección de la maquina va desde los 3 a 5 segundos) además de que en 6 máquinas tienen componentes que permiten hacer más fácil el proceso, debido a que no solo cuentan con banda y enfriador a diferencia de las 8 restantes, tienen el mismo mecanismo pero el trayecto de la tapa es mayor ya que pasan por tolvas y bandas adicionales lo cual es representativo en el volumen de cajas empacadas en el mismo tiempo.

Uno de los factores importantes para la evaluación de condiciones laborales desfavorables para el empacador es la falta de control y los resultados de las encuestas realizadas arrojaron los valores siguientes (ver figura 14), el 30% (34 personas) considera que tienen un muy alto índice de descontrol en sus actividades, el 26 % (30 personas), consideran que hay un nivel medio en el descontrol y seguimiento de las tareas desempeñadas, el 24% (27 personas) perciben un nivel bajo para el descontrol de las tareas ejecutadas, el 12% (14 personas) tienen un alto nivel de descontrol en las operaciones y el 8% (9 personas) consideran que tienen un buen control y seguimiento de sus operaciones.

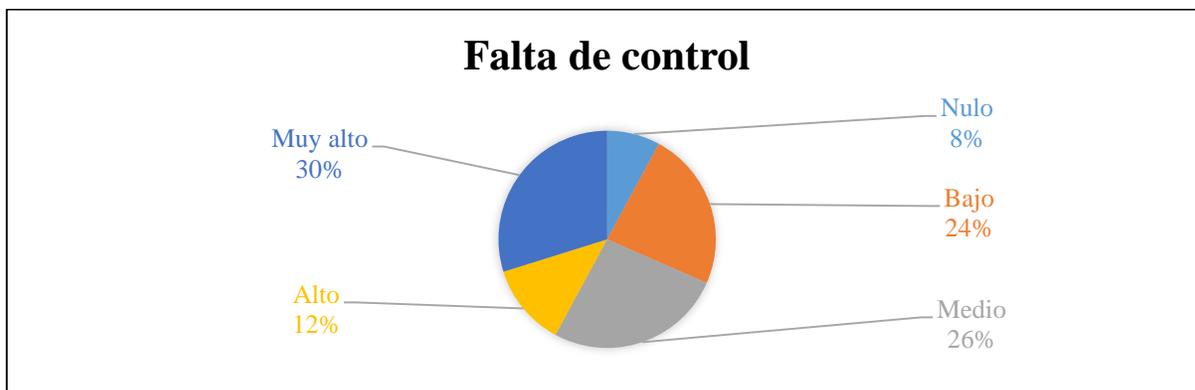


Figura 14: Falta de control en las actividades desempeñadas

Las cargas de trabajo encuestadas y la falta de control de las actividades desempeñadas tienen una relación muy significativa (11 de las 13 personas con cargas de trabajo, se encuentran en el mismo listado de personas con descontrol en las actividades), se refieren a las exigencias que el trabajo impone al trabajador (área de empacadores) y que exceden su capacidad, 48 personas consideran que el descontrol de sus operaciones es bastante alto. La relación de las personas con cargas de trabajo, descontrol encuentran entre laborando en las líneas de inyección identificadas desde la línea 6 hasta la 14 (ciclos de inyección más rápidos que las de la línea 1 a la 5, además de la rapidez de la maquina cuentan con una estructura mayor ya que se componen de un sistema de inspección por cámaras esto hace que la maquinas cuente con mayor equipo y un diseño más robusto).

Dentro del análisis realizado se contemplaron las jornadas de trabajo (ver figura 15). El 34 % (38 personas) consideran que pueden desempeñar sus actividades y las actividades que requieren trabajos

excesivos son muy bajos, el 33% (38 personas) han revisado su jornada laboral establecida por el trabajo excesivo que realizan de forma rutinaria, el 15 % (17 personas) están en nivel alto de exceso de trabajo, el 12 % (14 personas) nunca han excedido su jornada laboral por trabajo excesivo, el 6% (7 personas) consideran que es muy común exceder el tiempo de trabajo derivado de las actividades realizadas.

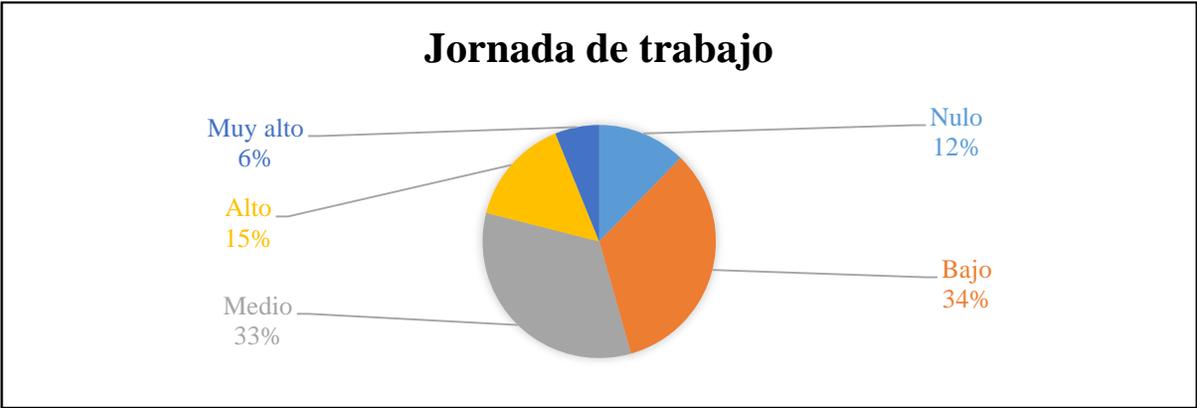


Figura 15: Jornadas de trabajo excesiva

La mayor población 54% equivalentes 62 personas (tienen jornadas medias, altas y muy altas) rebasan su jornada laboral por las actividades desempeñadas, consideran que no se tienen el tiempo suficiente para terminar con sus actividades durante el tiempo empleado, las personas que contestaron con este índice de jornadas excesivas están dentro de las áreas de producción, almacén, mantenimiento, por esta causa se determina que los mayores riesgos a los que se expone el personal productivo y el mayor índice se encuentra en el área de inyección.

El otro factor analizado son las relaciones de trabajo (ver figura 16) en las cuales existe mayor comunicación y desarrollo de clima organizacional, en las que el 35% (40 personas) consideran que se tienen un nivel promedio de comunicación y relación con todos sus compañeros de trabajo, el 32% (37 personas) tienen poca comunicación con sus compañeros, el 15% (17 personas) tienen alta relación de comunicación y confianza con sus compañeros, el 12% (14 personas) no tienen relación con los compañeros de trabajo y el 5% (6 personas) consideran que tienen muy buena relación con todas sus partes interesadas.

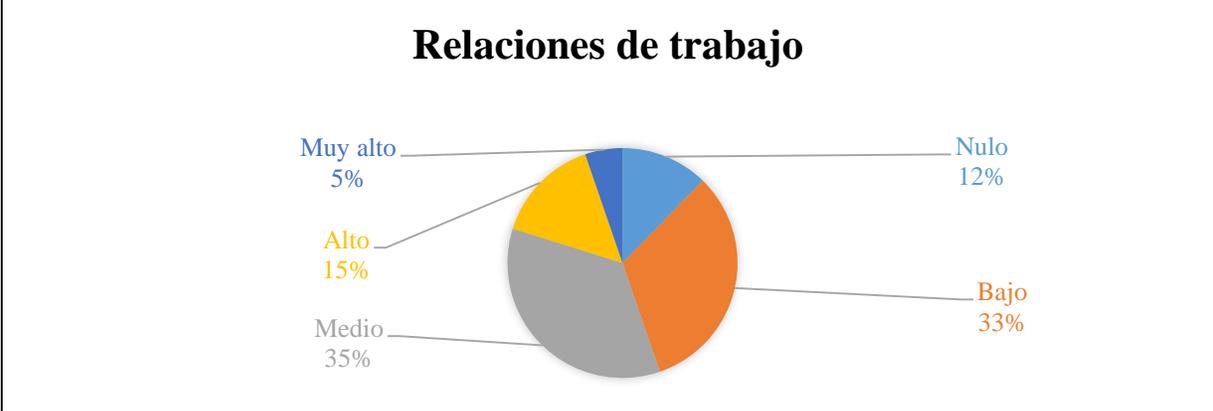


Figura 16: Relaciones de trabajo

Para las áreas productivas cada persona cuenta con una máquina de inyección asignada, los decibeles del ruido son elevados por lo cual no hay mucha comunicación verbal en estas zonas, cada persona se dedica a la atención específica de las operaciones y las mayores comunicaciones es hacia los jefes directos y supervisores de la misma operación.

### 3.2 Determinar ciclos de trabajo

Derivado de la información recabada en las encuestas, y se determinó que la carga de trabajo, falta de control, exceso de jornadas laborales, relación laboral a los que están expuestas las personas, se encuentran en áreas productivas. Para el análisis ergonómico, se realizó un muestreo programado, donde participaron 16 personas (cuatro personas por turno), estas en la misma línea de inyección (maquina 7 “producción continua”), evaluadas en horarios programados. En esta se evaluaron tres ciclos completos, desde el acomodo de cajas para llenado de producto hasta el empaque de tarimas (ver tabla 13).

Tabla 13: Programa de muestreo en ciclos de trabajo

Grupo	Ciclo	Horarios de muestreo												Días de muestreo																											
		08:00			10:00			12:00			14:00			15:30			17:30			19:30			21:30			23:00			01:00			03:00			05:00			semanas			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4						
1	1	semana 1									semana 2									semana 3									L	M	V	NA									
	2	semana 1									semana 2									semana 3									M	J	S	NA									
	3	semana 1									semana 2									semana 3									L	M	V	NA									
	4	semana 1									semana 2									semana 3									M	J	S	NA									
2	5	semana 2									semana 3									semana 4									NA	L	M	V									
	6	semana 2									semana 3									semana 4									NA	M	J	S									
	7	semana 2									semana 3									semana 4									NA	L	M	V									
	8	semana 2									semana 3									semana 4									NA	M	J	S									
3	9	semana 3									semana 4									semana 1									V	NA	L	M									
	10	semana 3									semana 4									semana 1									S	NA	M	J									
	11	semana 3									semana 4									semana 1									V	NA	L	M									
	12	semana 3									semana 4									semana 1									S	NA	M	J									
4	13	semana 4									semana 1									semana 2									M	V	NA	L									
	14	semana 4									semana 1									semana 2									J	S	NA	M									
	15	semana 4									semana 1									semana 2									M	V	NA	L									
	16	semana 4									semana 1									semana 2									J	S	NA	M									
		LUNES	L		MARTES	M		MIÉRCOLES	M		JUEVES	J		VIERNES	V		SABADO	S		DESCANSO	NA																				

En la tabla mostrada se establece el programa para el muestreo por conveniencia de acuerdo a la facilidad de acceso para la obtención de la información, los datos tomados en la línea corresponden a cuatro semanas de muestreo, 16 personas en total para el estudio divididas en cuatro grupos, las cuatro personas seleccionadas por grupo (equipo de trabajo), fue evaluada en los tres turnos de trabajo (primero “07:00 – 15:00 horas”, segundo “15:00 – 22:00 horas”, tercero “22:00 – 07:00 horas”), con el objeto de evaluar en parecidas o mismas condiciones de trabajo. Se evaluaron cuatro ciclos de trabajo por turno (primer turno “8:00, 10:00, 12:00, 14:00 horas”, segundo turno “15:30, 17:30, 19:30, 21:30 horas” tercer turno “23:00, 01:00, 03:00; 05:00 horas”).

Durante las horas comentadas se evaluaron tres repeticiones de ciclos de trabajo (desde tomar las cajas del estante, hasta el emplaye de tarimas de PT “ver imagen 4”). El muestreo solo fue analizado durante seis días considerados de lunes a sábado, ya que en esta área solo trabajan seis días, durante tres semas y se descansa una semana completa por equipo de trabajo.

### **3.3 Estudio de posturas**

En la siguiente tabla se muestran las posturas evaluadas y el método de evaluación ergonómica indirecta, con base a la condición y naturaleza del proceso, para las distintas actividades y posiciones adoptadas por los empacadores durante su jornada laboral.

Para cada actividad desempeñada dentro del proceso de empaque y embalaje de tapas plásticas, se contemplaron los movimientos corporales ejecutados durante cada acción estableciendo el método ergonómico indirecto para el análisis del riesgo laboral (afectación corporal por movimientos, actividades, permanencia, repeticiones, cargas, etc.) que tiene el empacador al desempeñar las actividades enlistadas (ver tabla 14).

Tabla 14: Posturas evaluadas con métodos indirectos de ergonomía

Actividad (ver imagen 2)	Posturas	Método
1. Tomar caja de estante	Alzar manos y tomar la caja	RULA
	Cargar	NIOSH
	Andando hacia maquina	OWAS
	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	OWAS
2. Colocación de caja en base en espera de su uso	Flexión de antebrazos	REBA
	Rotación del antebrazo	REBA
	Espalda doblada con giro	OWAS
3. Colocación de bolsas	Espalda doblada con giro	OWAS
	Giro de muñeca	RULA
	Empuñadura	REBA
	Estirar Brazos	REBA
	Flexión de antebrazos	REBA
	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	OWAS
	Espalda doblada con giro	OWAS
4. Colocación en zona de llenado de cajas	Espalda doblada con giro	OWAS
	Empuñadura	RULA
	Estirar Brazos	RULA
	Espalda doblada con giro	OWAS
5. Inspección visual del producto	Espalda doblada con giro	OWAS
	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	OWAS
	Flexión del cuello	RULA
6. Agarre de bolsa y colocación en balanza para pesado	Empuñadura	RULA
	Flexión de brazos	RULA
	Cargar	NIOSH
	Flexión de antebrazos	REBA
7. Acomodo de producto	Espalda doblada con giro	OWAS
	Flexión del cuello	RULA
	Flexión de brazos	RULA
	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	OWAS
	Flexión de antebrazos	REBA
8. Sellado de caja	Estirar Brazos	RULA
	Flexión de antebrazos	REBA
	Giro de muñeca	RULA
	Espalda doblada con giro	OWAS
9. Etiquetado	Estirar Brazos	RULA
	Flexión de antebrazos	REBA
	Espalda doblada con giro	OWAS
10. Carga del producto y transporte a tarima	Espalda doblada con giro	OWAS
	Flexión de antebrazo	REBA
	Flexión de la Rodilla	OWAS
	Cargar	NIOSH
	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado	OWAS
	Caminar	OWAS
11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Espalda doblada con giro	OWAS
	Empuñadura	RULA
	Estirar Brazos	RULA
	Espalda doblada con giro	OWAS
	Giro de muñeca	RULA
	Flexión de la Rodilla	OWAS
	Cargar	NIOSH
Flexión en piernas	OWAS	
12. Emplaye	Espalda doblada con giro	OWAS
	Flexión de antebrazos	REBA
	Giro de muñeca	RULA
	Estirar Brazos	RULA

La figura 17, se describe de forma visual el porcentaje de la evaluación de las 12 operaciones, contemplan 43 operaciones individuales que se evaluaron la manera siguiente. Tres operaciones evaluadas con la ecuación de NIOSH, por la ejecución de cargas, 10 operaciones evaluadas con el método de REBA, actividades ejecutadas en la extremidad superior de cuerpo. 12 operaciones evaluadas con el método de RULA, grado de exposición al riesgo por la adopción de posturas inadecuadas en actividades ejecutadas en la extremidad superior de cuerpo. 18 operaciones evaluadas con el método de OWAS, por la carga postural desempeñada.

La evaluación de los métodos se consideró con base a la naturaleza de la operación, el hemisferio a evaluarse, el Angulo y la actividad que se tiene que desempeñar. Los 4 métodos a considerarse se dividieron en un 42% las operaciones corresponden a ser evaluadas mediante el método de OWAS, el 28% de las actividades corresponden a la evaluación del método de RULA, el 23% de las operaciones se evalúan mediante el método de REBA y el 7% de las actividades corresponden a una evaluación mediante el método de manejo de cargas de NIOSH. Los métodos de análisis fueron considerados acordes al hemisferio corporal ubicado, así como las actividades desempeñadas por musculo del cuerpo, la asignación corresponde a la parte corporal usada para el desarrollo de las operaciones rutinarias, desde su estación de trabajo.

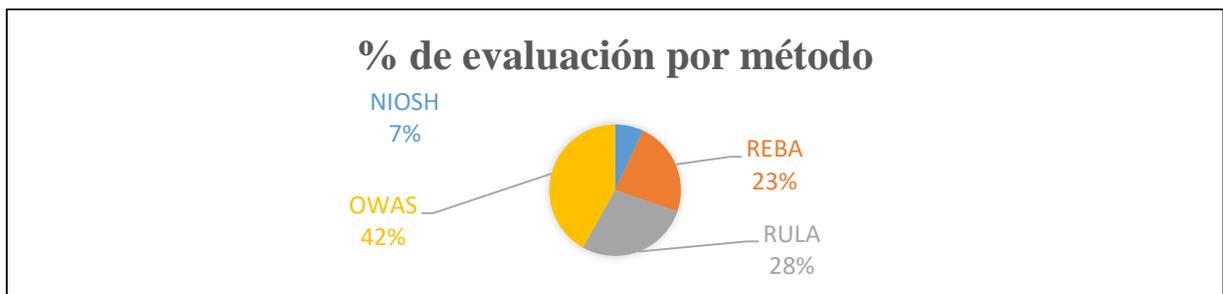


Figura 17: % de evaluación por método ergonómico

### 3.4 Evaluación de hemisferios

Para la determinación de los hemisferios se separaron todas las actividades desempeñadas en la operación de manera específica (ver tabla 15), se determinaron 61 descripciones de actividad por separado, el 52% corresponden a 32 actividades contempladas en el hemisferio B del cuerpo, el 48% corresponden a 29 actividades determinadas para el hemisferio A del cuerpo. La espalda, piernas y carga ejercida por el emparador son las afectaciones directas y estas impactan desde cualquier hemisferio evaluado, por lo que se realiza la evaluación y análisis del riesgo en el apartado 3.7 de esta sección del desarrollo del proyecto.

El lado derecho de la tabla se clasificaron todas las actividades que podrían corresponder al hemisferio B (se contemplan cuello piernas y tronco del cuerpo). 16 actividades específicas corresponden al uso y esfuerzo del tronco del cuerpo, 14 actividades son desempeñadas con el uso de las piernas, 2 actividades requieren de un esfuerzo del cuello para poder llevar a cabo la operación. El lado izquierdo de la tabla se clasificaron todas las actividades que podrían corresponder al hemisferio A (se contemplan las partes corporales de muñeca, giro de la muñeca, brazo y antebrazo). 10 actividades específicas corresponden al uso y esfuerzo del antebrazo, 9 actividades específicas corresponden al uso

del brazo, 5 actividades específicas corresponden al uso específico del giro de la muñeca para el desarrollo de la actividad y 5 actividades específicas corresponden al uso de la muñeca para la ejecución de las actividades.

Tabla 15: Evaluación y determinación de hemisferios A y B

Hemisferio A				Hemisferio B			
Actividad	Características	Hemisferios	Descripción	Actividad	Características	Hemisferio	Descripción
1. Tomar caja de estante	Alzar manos y tomar la caja	A	Muñeca	1. Tomar caja de estante	Cargar	B	Tronco
		A	Brazo			B	Piernas
2. Colocación de caja en base en espera de su uso	Flexión de antebrazos Rotación del antebrazo	A	Antebrazo		Andando hacia maquina		B
		A	Antebrazo	De pie con una pierna recta y la otra flexionada		B	Piernas
3. Colocación de bolsas	Giro de muñeca	A	Giro de muñeca	2. Colocación de caja en base en espera de su uso	Espalda doblada con giro	B	Tronco
	Empuñadura	A	Muñeca				
	Estirar Brazos	A	Antebrazo	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	B	Piernas	
		A	Brazo	Espalda doblada con giro	B	Tronco	
4. Colocación en zona de llenado de cajas	Empuñadura Estirar Brazos	A	Muñeca	4. Colocación en zona de llenado de cajas	Espalda doblada con giro	B	Tronco
		A	Brazo	5. Inspección visual del producto	Espalda doblada con giro	B	Tronco
6. Agarre de bolsa y colocación en balcena para pesado	Empuñadura	A	Muñeca				
		A	Giro de muñeca		Flexión del cuello	B	Cuello
7. Acomodo de producto	Flexión de brazos	A	Brazo	6. Agarre de bolsa y colocación en balcena para pesado	Cargar	B	Tronco
		A	Antebrazo			7. Acomodo de producto	Espalda doblada con giro
8. Sellado de caja	Estirar Brazos	A	Brazo	Flexión del cuello	B		
		A	Antebrazo	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	B	Piernas	
		A	Giro de muñeca	8. Sellado de caja	Espalda doblada con giro	B	Tronco
A	Antebrazo	9. Etiquetado	Espalda doblada con giro				
10. Carga del producto y transporte a tarima	Flexión de antebrazo			A	Antebrazo	Flexión de la Rodilla	B
		11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Empuñadura	A	Muñeca	Cargar	B
A	Brazo			B	Piernas		
A	Giro de muñeca			De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado	B	Piernas	
12. Emplase	Flexión de antebrazos	A	Antebrazo	10. Carga del producto y transporte a tarima	Espalda doblada con giro	B	Tronco
		A	Giro de muñeca	11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas			
		A	Brazo		Flexión de la Rodilla	B	Piernas
12. Emplase	Giro de muñeca	A	Giro de muñeca	11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Cargar	B	Piernas
		A	Brazo			Flexión en piernas	B
				12. Emplase	Espalda doblada con giro	B	Tronco

Los dos hemisferios del cuerpo son requeridos para la ejecución de las actividades rutinarias y hay una proporción ya que en la observación se consideró que cada hemisferio es responsable por diferentes destrezas y funciones corporales. En la mayoría de los casos, el hemisferio izquierdo es responsable por los centros del lenguaje de la persona. El lado derecho es responsable por las funciones cognitivas (las destrezas de razonamiento).

### 3.5 Mediciones angulares

El análisis angular de las actividades se determinó mediante la toma de video e imágenes en las cuales se evaluaron las 12 operaciones mínimas requeridas para el proceso de empaque y embalaje de tapas plásticas (ver tabla 16 y 17), para cada una de estas actividades fue necesario el cálculo de los ángulos ejercidos por el empacador (ver figura 18).



Figura 18: Medición angular de actividades prioritarias

En la operación 1 de tomar las cajas del estante: se consideraron las siguientes actividades (alzar manos y tomar la caja, cargar, caminar hacia la máquina y estar de pie rotando la carga en las piernas), el número 2 colocación de cajas en la base: se consideraron las actividades de (flexión y rotación de antebrazos y espalda doblada con giro), la actividad 3 colocación de bolsas: contempla las operaciones (espalda doblada con giro, giro de muñeca, empuñadura, estirar/flexionar brazos y de pie en toda la operación), para el número 4 colocación de cajas en zona de llenado: se observan las operaciones de (espalda doblada con giro, empuñadura y estirar brazos), para la actividad 5 inspección visual: ejecuta actividades de (espalda doblada con giro, persona de pie con una pierna recta y la otra flexionada y flexión del cuello), para la actividad 6 colocación de bolsa ejecuta: contempla las operaciones de (empuñadura, flexión de brazos/antebrazos y cargar), en la actividad 7 acomodo de producto: contempla las operaciones de (espalda doblada con giro, flexión del cuello, flexión de brazos/antebrazos y de pie con una pierna recta y la otra flexionada), la actividad 8 sellado de cajas: se consideran las actividades de (estirar brazos, flexión de antebrazos, giro de muñeca y espalda doblada con giro), la actividad 9 etiquetado: se consideran las actividades (estirar brazos, flexión de antebrazos y espalda doblada con giro).

Las operaciones 10, 11 y 12 son las que se consideran con un mayor esfuerzo para su ejecución ya que en estas se requiere de fuerza física y esfuerzo para poder realizarla. En la operación 10 carga del producto y transporte a tarima: se ejecutan las actividades de (espalda doblada con giro, flexión de antebrazo, flexión de la rodilla, cargar, de pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado, caminar cargando el producto), en la operación 11 estiba y acomodo de cajas en tarimas: se consideran las actividades de (espalda doblada con giro, empuñadura, estirar brazos, giro de muñeca, flexión de las rodillas, cargar y flexión en piernas) aquí se considera que en toda la operación en la carga y acomodo del producto, en la actividad 12 empaque: se considera la última etapa y se ejecutan las actividades (espalda doblada con giro, flexión de antebrazos, giro de muñeca y estirar brazos).

La aplicación de muchos métodos de evaluación ergonómica requiere la medición sobre el empacador de determinadas dimensiones. Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas por el empacador son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto a determinadas referencias). La clasificación de todas las actividades fue fundamental estas se clasificaron tanto en hemisferio A como en hemisferio B, en cada proceso se realizó el desglose de las operaciones y las actividades específicas de cada una de ellas. Se consideran cuatro criterios específicos para la determinación de las mediciones angulares (ángulos de extensión, ángulos de flexión, pronación y/o supinación y/o movimientos generales).

Para la clasificación del hemisferio A y el conjunto de mediciones angulares se realizó la determinación por tipo de actividad específica en el desarrollo de la actividad (se contemplan 29 actividades para este criterio), los ángulos de extensión evaluados van desde los  $<10^\circ$ ,  $>15^\circ$ ,  $<20^\circ$ ,  $>20^\circ$  y menores a  $45^\circ$ . Para los ángulos de flexión van desde  $<15^\circ$ ,  $>20^\circ$ ,  $<45^\circ$ ,  $<60^\circ$ ,  $<90^\circ$ ,  $>90^\circ$ ,  $<100^\circ$ . En las actividades de pronación y supinación se evalúan cuatro categorías (pronación media, pronación y supinación media, supinación media, supinación extrema). Y para el tipo de movimiento en mediciones angulares se evalúa una característica (el peso no está simétricamente distribuido) (ver tabla 16).

El 44.8% de las actividades (13 tareas específicas) son medidas mediante el ángulo de extensión, el 79.3% de las actividades (23 tareas específicas) son medidas y evaluadas con el ángulo de flexión, el 17.2% de las actividades (cinco tareas específicas) son determinadas mediante las descripciones de pronación y supinación y el 3.4 % de las actividades (una tarea específica) es evaluada mediante la descripción del movimiento por la naturaleza de la operación. Es importante referir que la mayoría de las mediciones angulares están evaluadas con dos o más criterios.

Tabla 16: Mediciones angulares Hemisferio A

Hemisferio A				Mediciones angulares			
Actividad	Características	Hemisferios	Descripción	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Pronación y/o supinación	Movimiento
1. Tomar caja de estante	Alzar manos y tomar la caja	A	Muñeca	<20°	<90°	-	-
		A	Brazo	<20°	<45°	-	-
2. Colocación de caja en base en espera de su uso	Flexión de antebrazos	A	Antebrazo	-	<60°	-	-
	Rotación del antebrazo	A	Antebrazo	-	<100°	-	-
3. Colocación de bolsas	Giro de muñeca	A	Giro de muñeca	-	-	Pronación media	-
	Empuñadura	A	Muñeca	>15°	<15°	-	-
	Estirar Brazos	A	Antebrazo	-	<60°	-	-
		A	Brazo	<45°	>20°	-	-
Flexión de antebrazos	A	Antebrazo	-	<60°	-	-	
4. Colocación en zona de llenado de cajas	Empuñadura	A	Muñeca	>15°	<15°	-	-
	Estirar Brazos	A	Brazo	-	-	-	-
		A	Muñeca	<10°	<15°	-	-
	Empuñadura	A	Giro de muñeca	-	-	Supinación media	-
	Flexión de brazos	A	Brazo	>20°	<45°	-	-
Flexión de antebrazos	A	Antebrazo	-	<60°	-	-	
7. Acomodo de producto	Flexión de brazos	A	Brazo	<20°	>90°	-	El peso no está simétricamente distribuido
	Flexión de antebrazos	A	Antebrazo	-	<60°	-	-
8. Sellado de caja	Estirar Brazos	A	Brazo	<20°	>90°	-	-
	Flexión de antebrazos	A	Antebrazo	-	<45°	-	-
	Giro de muñeca	A	Giro de muñeca	-	-	Pronación media	-
9. Etiquetado	Estirar Brazos	A	Brazo	<20°	>90°	-	-
	Flexión de antebrazos	A	Antebrazo	-	<60°	-	-
10. Carga del producto y transporte a tarima	Flexión de antebrazo	A	Antebrazo	-	<60°	-	-
11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Empuñadura	A	Muñeca	>15°	<15°	-	-
	Estirar Brazos	A	Brazo	>20°	<60°	-	-
	Giro de muñeca	A	Giro de muñeca	-	-	Supinación extrema	-
12. Emplaye	Flexión de antebrazos	A	Antebrazo	-	<60°	-	-
	Giro de muñeca	A	Giro de muñeca	-	-	Pronación y supinación media	-
	Estirar Brazos	A	Brazo	<20°	<90°	-	-

No se mencionan extremidades específicas del cuerpo, la separación es enfocada en base a los hemisferios evaluados A y B donde se contemplan diez partes corporales, las primeras siete son evaluadas mediante el método de datos angulares (brazo, antebrazo, muñeca, giro de la muñeca, cuello, tronco, piernas) las siguientes tres son evaluadas como medida de impacto (espalda, piernas y cargas) por las actividades que propician un riesgo ergonómico al personal. Para estas últimas se revisan en el apartado de nivel de actuación y riesgo, descrito en el desarrollo de este documento.

Para la clasificación del hemisferio B y el conjunto de mediciones angulares se realizó la determinación por tipo de actividad específica en el desarrollo de la actividad (se contemplan 32 actividades para este criterio), los ángulos de extensión evaluados van desde los  $<20^\circ$ . Para los ángulos de flexión van desde  $<10^\circ$ ,  $<15^\circ$ ,  $<20^\circ$ ,  $<30^\circ$ ,  $<40^\circ$ ,  $<45^\circ$ ,  $<60^\circ$ ,  $<90^\circ$ . En las actividades de pronación y supinación no se evalúan actividades específicas para el hemisferio B (ver tabla 17). Y para el tipo de movimiento en mediciones angulares se evalúan dos características (de pie, bien apoyado y el peso no está simétricamente distribuido).

Tabla 17: Mediciones angulares Hemisferio B

Hemisferio B				Mediciones angulares			
Actividad	Características	Hemisferio	Descripción	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Pronación y/o supinación	Movimiento
1. Tomar caja de estante	Cargar	B	Tronco	-	$<45^\circ$	-	-
		B	Piernas	-	$<15^\circ$	-	De pie, bien apoyado
	Andando hacia maquina	B	Piernas	-	-	-	De pie, bien apoyado
	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	B	Piernas	-	-	-	El peso no está simétricamente distribuido
2. Colocación de caja en base en espera de su uso	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<60^\circ$	-	De pie, bien apoyado
3. Colocación de bolsas	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<60^\circ$	-	De pie, bien apoyado
	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	B	Piernas	-	-	-	El peso no está simétricamente distribuido
	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<40^\circ$	-	-
4. Colocación en zona de llenado de cajas	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<45^\circ$	-	-
	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<40^\circ$	-	-
5. Inspección visual del producto	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<40^\circ$	-	-
	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	B	Piernas	-	-	-	El peso no está simétricamente distribuido
	Flexión del cuello	B	Cuello	-	$<10^\circ$	-	-
6. Agarre de bolsa y colocación en bascula para pesado	Cargar	B	Tronco	-	$<45^\circ$	-	-
		B	Piernas	-	$<30^\circ$	-	De pie, bien apoyado
7. Acomodo de producto	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<40^\circ$	-	-
	Flexión del cuello	B	Cuello	-	$<20^\circ$	-	-
	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	B	Piernas	-	-	-	El peso no está simétricamente distribuido
8. Sellado de caja	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<40^\circ$	-	-
9. Etiquetado	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<30^\circ$	-	-
10. Carga del producto y trasporte a tarima	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<40^\circ$	-	-
	Flexión de la Rodilla	B	Piernas	-	$<45^\circ$	-	De pie, bien apoyado
	Cargar	B	Tronco	-	$<15^\circ$	-	-
		B	Piernas	-	$<90^\circ$	-	De pie, bien apoyado
	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado	B	Piernas	$<20^\circ$	$<45^\circ$	-	El peso no está simétricamente distribuido
	Caminar	B	Piernas	$<20^\circ$	$<45^\circ$	-	De pie, bien apoyado
11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<45^\circ$	-	-
	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<60^\circ$	-	-
	Flexión de la Rodilla	B	Piernas	-	$<45^\circ$	-	De pie, bien apoyado
	Cargar	B	Piernas	-	$<45^\circ$	-	De pie, bien apoyado
	Flexión en piernas	B	Piernas	-	$<45^\circ$	-	De pie, bien apoyado
12. Emplae	Espalda doblada con giro	B	Tronco	-	$<30^\circ$	-	-

El 6.25% de las actividades (dos tareas específicas) son medidas mediante el ángulo de extensión, el 90.6 % de las actividades (29 tareas específicas) son medidas y evaluadas con el ángulo de flexión, el 59.3 % de las actividades (19 tareas específicas) son evaluadas mediante la descripción del movimiento por la naturaleza de la operación. Es importante referir que la mayoría de las mediaciones angulares están evaluadas con dos o más criterios.

### 3.6 Evaluación de posturas individuales

La evaluación de posturas individuales o por conjuntos de posturas, los condicionantes para su aplicación o por las partes del cuerpo evaluadas o consideradas para su evaluación. La clasificación de todas las actividades fue fundamental estas se clasificaron tanto en hemisferio A como en hemisferio B, en cada proceso se realizó el desglose de las operaciones y las actividades específicas de cada una de ellas. Se consideran tres criterios específicos para la evaluación de posturas individuales (tipo de actividad, carga o fuerza, método ergonómico).

Cada evaluación de hemisferios corporales y el tipo de método ergonómico son distintos (se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra) por lo cual fue necesario clasificar cada una de estas operaciones, con el fin de realizar el análisis de riesgo en las acciones ejecutadas. La primera clasificación fue basada en el método de REBA (ver tabla 18). En las cuales se analizaron todos los ángulos de extensión y flexión ejecutados en este método, para el cual se pudo observar que el 100% de las actividades realizadas, tienen un impacto directo en el ángulo de flexión de los miembros comentados en el párrafo anterior. **Grupo B**, que comprende los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) estas son complementadas con las actividades del grupo A del método de RULA.

Tabla 18: Posturas individuales Método de REBA

Hemisferio A y B				Mediciones angulares				Evaluación de posturas individuales		
Actividad	Característica	Hemisferios	Descripción	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Pronación y/o supinación	Movimiento	Tipo de actividad	Carga o fuerza	Método ergonómico
2. Colocación de caja en base en espera de su uso	Flexión de antebrazos	B	Antebrazo	-	<60°	-	-	Repetitiva	-	REBA
	Rotación del antebrazo	B	Antebrazo	-	<100°	-	-	Repetitiva	-	REBA
3. Colocación de bolsas	Empuñadura	B	Muñeca	>15°	<15°	-	-	Repetitiva	-	REBA
	Estirar Brazos	B	Antebrazo	-	<60°	-	-	Repetitiva	-	REBA
		B	Brazo	<45°	>20°	-	-	Repetitiva	-	REBA
	Flexión de antebrazos	B	Antebrazo	-	<60°	-	-	Repetitiva	-	REBA
6. Agarre de bolsa y colocación en balanza para pesado	Flexión de antebrazos	B	Antebrazo	-	<60°	-	-	Repetitiva	-	REBA
7. Acomodo de producto	Flexión de antebrazos	B	Antebrazo	-	<60°	-	-	Repetitiva	-	REBA
8. Sellado de caja	Flexión de antebrazos	B	Antebrazo	-	<45°	-	-	Repetitiva	-	REBA
9. Etiquetado	Flexión de antebrazos	B	Antebrazo	-	<60°	-	-	Repetitiva	-	REBA
10. Carga del producto y transporte a tarima	Flexión de antebrazo	B	Antebrazo	-	<60°	-	-	Repetitiva	-	REBA
12. Emplante	Flexión de antebrazos	B	Antebrazo	-	<60°	-	-	Ocasional	-	REBA

En las posturas individuales método de REBA se tienen ocho operaciones (colocación de caja, colocación de bolsas, colocación en bascula para pesado, acomodo de producto, sellado de caja, etiquetado, carga del producto y transporte a tarima, emplaye) y se realizan 12 tareas específicas (ocho actividades de flexión de antebrazos “corresponden al 66.6% de las actividades ejecutadas en este método”, una actividad de rotación del antebrazo “corresponden al 8.33% de las actividades ejecutadas”, una empuñadura “corresponden al 8.33% de las actividades ejecutadas”, dos actividades de estirar brazos “corresponden al 16.66% de las actividades ejecutadas”).

Para la evaluación de posturas individuales se obtuvieron solo dos tipos de actividad (repetitiva 11 actividades específicas “91.66 %”, ocasional solo una actividad específica “8.33 %”), lo cual muestra que el empacador realiza las actividades de forma rutinaria durante todos los días, manteniéndose de pie durante toda la operación. La evaluación del método fue basada en el hemisferio A, esto considerando la naturaleza de las actividades y la ubicación del miembro corporal usado para ejecutar la actividad, así como el posible riesgo de daño musculoesquelético en estas zonas.

Para el análisis de posturas individuales mediante el método de RULA se consideraron tanto el hemisferio A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el hemisferio B (que comprende las piernas, el tronco y el cuello) esto por la naturaleza de las actividades desempeñadas debido a que el método fue aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado y además se considera por la puntuación que es requerida para el nivel de riesgo.

En las posturas individuales método de RULA para el hemisferio B (ver tabla 19) se tienen dos operaciones (inspección del producto, acomodo de producto) y se realizan dos tareas específicas (una actividad de flexión de cuello de forma ocasional que corresponden al 50% de las actividades ejecutadas en este método, una actividad específica de flexión de cuello de forma repetitiva que corresponden al 50% de las actividades ejecutadas”).

Tabla 19: Posturas individuales Método de RULA hemisferio B

Hemisferio B				Mediciones angulares				Evaluación de posturas individuales		
Actividad	Características	Hemisferios	Descripción	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Pronación y/o supinación	Movimiento	Tipo de actividad	Carga o fuerza	Método ergonómico
5. Inspección visual del producto	Flexión del cuello	B	Cuello	-	<10°	-	-	Ocasional	-	RULA
7. Acomodo de producto	Flexión del cuello	B	Cuello	-	<20°	-	-	Repetitiva	-	RULA

**Grupo B**, que comprende las piernas, el tronco y el cuello. Se consideran solo la flexión del cuello para el hemisferio B. Para la actividad de inspección visual del producto el ángulo de inclinación considerado es de <10° y es de forma ocasional debido a que no está estandarizado el tiempo para la inspección y para la actividad de acomodo de producto se considera la flexión de cuello de forma repetitiva debido a que el acomodo de producto se realiza durante todo el día y es cada que se llena una caja con producto, el ángulo de inclinación del cuello considerado para esta actividad es <20°.

En las posturas individuales método de RULA para el hemisferio A, **Grupo A** que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) (ver tabla 20) se involucran nueve actividades “ver primera columna de la tabla” y se realizan cinco tareas específicas (alzar manos y tomar la caja estas correspondiente al 6.6% de las tareas, flexión de brazos 13.3 %, empuñadura 20%, giro de muñeca 26.6% y estirar los brazos 33%). Para estas actividades todas se consideraron repetitivas, debido a que son músculos que en todo momento están en movimiento y son utilizados para el desempeño de las actividades durante toda la jornada laboral.

El estiramiento de los brazos se presenta en la mayoría de las actividades y se ejecutan acciones que van desde los  $<20^\circ$  hasta  $>90^\circ$  y la actividad del giro de muñera realiza movimientos de pronación (movimiento de inclinado hacia delante) y supinación (Posición de una persona tendida sobre el dorso, o de la mano con la palma hacia arriba.) desde un factor medio hasta un movimiento extremo, la mayor carga de trabajo para el empacador es el uso de las manos y estar de pie durante toda la ejecución.

Tabla 20: Posturas individuales Método de RULA hemisferio A

Hemisferio A				Mediciones angulares				Evaluación de posturas individuales		
Actividad	Características	Hemisferios	Descripción	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Pronación y/o supinación	Movimiento	Tipo de actividad	Carga o fuerza	Método ergonómico
1. Tomar caja de estate	Alzar manos y tomar la caja	A	Muñeca	$<20^\circ$	$<90^\circ$	-	-	Repetitiva	-	RULA
		A	Brazo	$<20^\circ$	$<45^\circ$	-	-	Repetitiva	-	RULA
3. Colocación de bolsas	Giro de muñeca	A	Giro de muñeca	-	-	Pronación media	-	Repetitiva	-	RULA
4. Colocación en zona de llenado de cajas	Empuñadura	A	Muñeca	$>15^\circ$	$<15^\circ$	-	-	Repetitiva	-	RULA
	Estirar Brazos	A	Brazo	-	-	-	-	Repetitiva	-	RULA
6. Agarre de bolsa y colocación en bascula para pesado	Empuñadura	A	Muñeca	$<10^\circ$	$<15^\circ$	-	-	Repetitiva	-	RULA
		A	Giro de muñeca	-	-	Supinación media	-	Repetitiva	-	RULA
	Flexión de brazos	A	Brazo	$>20^\circ$	$<45^\circ$	-	-	Repetitiva	-	RULA
7. Acomodo de producto	Flexión de brazos	A	Brazo	$<20^\circ$	$>90^\circ$	-	El peso no está simétricamente distribuido	Repetitiva	-	RULA
8. Sellado de caja	Estirar Brazos	A	Brazo	$<20^\circ$	$>90^\circ$	-	-	Repetitiva	-	RULA
	Giro de muñeca	A	Giro de muñeca	-	-	Pronación media	-	Repetitiva	-	RULA
9. Etiquetado	Estirar Brazos	A	Brazo	$<20^\circ$	$>90^\circ$	-	-	Repetitiva	-	RULA
11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Empuñadura	A	Muñeca	$>15^\circ$	$<15^\circ$	-	-	Repetitiva	-	RULA
	Estirar Brazos	A	Brazo	$>20^\circ$	$<60^\circ$	-	-	Repetitiva	-	RULA
	Giro de muñeca	A	Giro de muñeca	-	-	Supinación extrema	-	Repetitiva	-	RULA
12. Emplaye	Giro de muñeca	A	Giro de muñeca	-	-	Pronación y supinación media	-	Repetitiva	-	RULA
	Estirar Brazos	A	Brazo	$<20^\circ$	$<90^\circ$	-	-	Repetitiva	-	RULA

En las posturas individuales método de OWAS para el hemisferio A y B contemplados en los métodos de REBA y RULA, (ver tabla 21). La aplicación del método comienza con la observación de la tarea desarrollada por el empacador. Si existen diferentes actividades a lo largo del periodo observado y se estableció una división en diferentes fases de trabajo. Esta división es conveniente cuando las actividades desarrolladas por el empacador son muy diferentes en diversos momentos de su trabajo (es por esta consideración que se establece la división mencionada de método de OWAS, ya que por la complejidad del método es casi imposible evaluarla mediante método de RULA o REBA).

Así pues, si la tarea realizada por el empacador es homogénea y la actividad desarrollada es constante la evaluación será simple, si la tarea realizada por el empacador no es homogénea y puede ser descompuesta en diversas actividades o fases la evaluación será multifase (se evalúan los métodos de RULA, REBA, OWAS y NIOSH las 12 actividades declaradas al inicio del estudio, por la complejidad de las mismas y la certeza requerida del estudio). Se han establecido fases la evaluación, se realizará separadamente para cada fase como se menciona a continuación.

OWAS se caracteriza por su capacidad de valorar de forma global todas las posturas adoptadas durante el desempeño de la tarea. Se involucran 11 actividades de las 12 ejecutadas para todo el proceso “ver primera columna de la tabla” y se realizan siete tareas específicas (Andando hacia maquina representada por el 4.3% de las tareas ejecutadas, caminar se considera el 4.3% de las actividades, flexión de piernas equivalente al 4.3 % de las tareas, de pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado representando el 4.3%, flexión de la rodilla 8.7% de las actividades comprendidas para este método de evaluación, de pie con una pierna recta y la otra flexionada representando el 17.4 de las tareas y la mayor representación para la ejecución de las actividades y evaluación del método está determinado por la espalda doblada con giro con un 56.5%).

Para estas actividades se consideraron el 8.7% con presencia ocasional (esto solo en la Inspección visual del producto) y el 91.3 % con una presencia repetitiva en toda operación, debido a que son músculos que en todo momento están en movimiento y son utilizados para el desempeño de las actividades durante toda la jornada laboral.

El estiramiento de la espalda doblada con giro se presenta en la mayoría de las actividades y se ejecutan acciones que van desde los 0° en posición normal hasta <45° durante la flexión de la parte corporal, continua estar de pie con una pierna recta y la otra flexionada con movimientos que hacen el peso no distribuido e ir desde los 0° en posición normal hasta <45°, la flexión de la rodilla interviene cuando el personal está de pie en una posición adecuada para poder realizar el levantamiento de las cargas y poder bajar o subir dependiendo la carga y la altura del producto (esto con respecto a cómo se va armando el pallet) esta actividad ejecuta movimiento que van desde los 0° en posición normal hasta <45° durante la flexión de la parte corporal.

La actividad específica de pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado ejecuta acciones que van desde los 0° en posición normal hasta <20° durante la flexión de la parte corporal, continua la actividad de caminar y ejecuta acciones que van desde los <20° en posición normal hasta <45° durante la flexión de la parte corporal (piernas), y la ejecución con menos representación en el proceso es andar hacia la maquina con movimientos de hasta <45°.

Tabla 21: Posturas individuales Método de OWAS

Hemisferio A y B				Mediciones angulares				Evaluación de posturas individuales		
Actividad	Características	Hemisferios	Descripción	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Pronación y/o supinación	Movimiento	Tipo de actividad	Carga o fuerza	Método ergonómico
1. Tomar caja de estante	Andando hacia maquina	A B	Piernas	-	<45°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	-	OWAS
	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	A B	Piernas	-	<45°	-	El peso no está simétricamente distribuido	Repetitiva	-	OWAS
2. Colocación de caja en base en espera de su uso	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<60°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	-	OWAS
3. Colocación de bolsas	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<60°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	-	OWAS
	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	A B	Piernas	-	-	-	El peso no está simétricamente distribuido	Repetitiva	-	OWAS
	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<40°	-	-	Repetitiva	-	OWAS
4. Colocación en zona de llenado de cajas	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<45°	-	-	Repetitiva	-	OWAS
	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<40°	-	-	Repetitiva	-	OWAS
5. Inspección visual del producto	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<40°	-	-	Ocasional	-	OWAS
	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	A B	Piernas	-	<20°	-	El peso no está simétricamente distribuido	Ocasional	-	OWAS
7. Acomodo de producto	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<40°	-	-	Repetitiva	-	OWAS
	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	A B	Piernas	-	-	-	El peso no está simétricamente distribuido	Repetitiva	-	OWAS
8. Sellado de caja	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<40°	-	-	Repetitiva	-	OWAS
9. Etiquetado	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<30°	-	-	Repetitiva	-	OWAS
10. Carga del producto y trasporte a tarima	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<40°	-	-	Repetitiva	-	OWAS
	Flexión de la Rodilla	A B	Piernas	-	<45°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	-	OWAS
	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado	A B	Piernas	<20°	<45°	-	El peso no está simétricamente distribuido	Repetitiva	-	OWAS
	Caminar	A B	Piernas	<20°	<45°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	-	OWAS
11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<45°	-	-	Repetitiva	-	OWAS
	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<60°	-	-	Repetitiva	-	OWAS
	Flexión de la Rodilla	A B	Piernas	-	<45°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	-	OWAS
	Flexión en piernas	A B	Piernas	-	<45°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	-	OWAS
12. Emplase	Espalda doblada con giro	A B	Tronco	-	<30°	-	-	Repetitiva	-	OWAS

En las posturas individuales método de NIOSH (ver tabla 22) para la evaluación del hemisferio A y B de los métodos de REBA y RULA se involucran cuatro actividades “ver primera columna de la tabla” y se realizan solo una tarea específica (cargar representando el 100% de las tareas específicas involucradas en esta actividad). Para estas actividades todas se consideraron repetitivas, debido a que son músculos que en todo momento están en movimiento y son utilizados para el desempeño de las actividades durante toda la jornada laboral manteniéndose de pie (estas actividades se representan de forma específica en las actividades de tomar caja del estante, agarre de bolsa y colocación en bascula para pesado, carga del producto y transporte a tarima y finalmente estiba y acomodo de cajas en tarimas).

El estiramiento del uso del tronco se ejecutan acciones al estar de pie de forma repetitiva y las flexiones van desde los 0° hasta <45° con cargas promedio desde los dos hasta los diez kilogramos y la actividad específica del uso de las piernas va desde los <15° hasta los <90° con cargas desde dos kilogramos y mayor a los diez kilogramos ya con el producto empaquetado.

Las cargas ejecutadas para actividades repetitivas involucrando el tronco representan un 25% de las actividades ejecutadas durante las cargas evaluadas con este método y para las actividades que involucran el uso de las piernas de forma repetitivas son representadas por el 75% de las acciones ejecutadas y estas varían desde cargas promedio de dos kilogramos hasta mayores a 10 kilogramos, variando en la complejidad de la manipulación (las etapas de carga al inicio del desarrollo del proceso representan menor complejidad para su ejecución y van incrementado debido al llenado, carga, estiba y acomodo del producto).

Tabla 22: Posturas individuales Método de NIOSH

Hemisferio A y B				Mediciones angulares				Evaluación de posturas individuales		
Actividad	Características	Hemisferios	Descripción	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Pronación y/o supinación	Movimiento	Tipo de actividad	Carga o fuerza	Método ergonómico
1. Tomar caja de estante	Cargar	AB	Tronco	-	<45°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	Carga entre 2 y 10 Kg. estática o repetitiva	NIOSH
		AB	Piernas	-	<15°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	Carga entre 2 y 10 Kg. estática o repetitiva	NIOSH
6. Agarre de bolsa y colocación en bascula para pesado	Cargar	AB	Tronco	-	<45°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	Carga menor de 2 Kg. mantenida intermitentemente	NIOSH
		AB	Piernas	-	<30°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	Carga menor de 2 Kg. mantenida intermitentemente	NIOSH
10. Carga del producto y transporte a tarima	Cargar	AB	Tronco	-	<15°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente	NIOSH
		AB	Piernas	-	<90°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente	NIOSH
11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Cargar	AB	Piernas	-	<45°	-	De pie, bien apoyado	Repetitiva	Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente	NIOSH

### 3.7 Riesgo y nivel de actuación

Sección 1

Introducción

Objeto >>> Datos evaluación >>> Datos puesto >>> Datos trabajador >>> Otra info. >>>

**Datos del puesto**

Nombre: Producción (empaque y embalaje)

Identificador: José Luis Rodríguez Ángeles

Departamento: Inyección

Sección: Inyección y empaque de producto

Sede: Ixtahuaca

Empresa: Plásticos

Observaciones sobre el puesto: Análisis del factor de riesgo ergonómico

**Tareas - creación**

Nombre o identificador de la tarea: colocación de cajas en base en espera de su uso

Tipo de evaluación: Carga Postural

Método: REBA - Rapid Entire Body Assessment

Sección 2

Listado

Cancelar

Guardar y salir

Sección 3

**Grupo B: Extremidades superiores**

**Posición del brazo**

Indica el ángulo de flexión del brazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
- El brazo está flexionado más de 90 grados.

**Posición del antebrazo**

Indica el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
- El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Indica o selecciona la imagen, si... (pueden darse varias de estas situaciones si...)

El brazo está abducido o rotado.

El hombro está elevado.

Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.

La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.

La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.

Indica o selecciona la imagen, si...

Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.

Sección 4

## REBA (Rapid Entire Body Assessment)

**Resultados**

Estos son los resultados de la evaluación

Puntuación REBA: **3**

Nivel de Riesgo: **Riesgo Bajo**

Nivel de Actuación: **Nivel de actuación 1**  
Puede ser necesaria la actuación

Figura 19: Representación gráfica del análisis de riesgo en los métodos RULA, REBA, OWAS y NIOSH

Se consideraron cuatro secciones para el análisis del riesgo en los cuatro métodos considerados (REBA, RULA, OWAS y NIOSH), en estas se consideran todos los factores involucrados para cada actividad, considerando todas las características, hemisferios, descripciones, ángulos de extensión, ángulos de flexión, pronación o supinación, movimientos específicos desempeñados, tipo de actividad, tipo de cargas o de fuerzas y el método ergonómico específico con el que se desempeña la actividad.

Las secciones (ver figura 19) comprenden lo siguiente:

La sección uno:

- Describe de forma general la metodología del estudio
- Los datos de la evaluación que contienen el nombre de la evaluación, identificados, nombre de la empresa, observaciones de la evaluación.
- La descripción de todos los datos del puesto de trabajo, el evaluador, departamento, sección de la empresa, la sede y la ubicación.
- Los datos del empacador, nombre de la persona evaluada, datos particulares, edad, sexo, antigüedad del puesto, duración de la jornada laboral y duración que ocupa la persona ejecutando las actividades del proceso de empaque y embalaje.
- Información relevante para poder ejecutar el proceso.

La sección dos:

- Se observa que se realizó la descripción detallada y el listado de caja, actividad ejecutada y requerida para la evaluación, esto para cada método ergonómico
- La elección del método ergonómico a ser evaluado y el tipo de evaluación considerada

La sección tres:

- La evaluación de cada actividad para la verificación del nivel de riesgo, esta involucra todos los factores considerando todas las características, hemisferios, descripciones, ángulos de extensión, ángulos de flexión, pronación o supinación, movimientos específicos desempeñados, tipo de actividad, tipo de cargas o de fuerzas y el método ergonómico específico con el que se desempeña la actividad.
- Observaciones y especificación de detalles presentados en la realización de la actividad. Conclusiones de la evaluación de la tarea

La sección cuatro:

- Puntuación obtenida del método evaluado
- El nivel del riesgo de acuerdo a la categoría del método ergonómico
- El nivel de actuación con el que se desempeña esa actividad
- Resultado general y clasificación del riesgo

El detalle precisado en cada actividad fue de gran beneficio ya que logro demostrar el factor de riesgo ergonómico (el riesgo ergonómico: es una característica del trabajo que puede incrementar la probabilidad de desarrollar un trastorno musculoesquelético, ya sea por estar presente de manera desfavorable o debido a que haya presencia simultánea con otros factores de riesgo) clasificando los niveles que evidentemente representan un riesgo a partir de un nivel medio hasta un nivel grave

posiblemente esperado por la actividad desempeñada, con el fin de entender el factor de riesgo o condición de trabajo que presenta malas condiciones y puede incrementar la probabilidad de daño.

La clasificación del nivel de riesgo está dada por la mala condición al ejecutar las actividades, la primera clasificación fue para el método de REBA (ver tabla 23). De las 12 actividades evaluadas individualmente para este método (ver sección 3.6 análisis de posturas individuales), solo se representan cinco con un factor de riesgo considerable (41.6% de todas las actividades ejecutadas este proceso representa un riesgo ergonómico).

Dos actividades con nivel de riesgo medio (puntaje de seis) están en la etapa del proceso de colocación de bolsas estas actividades están consideradas como tareas específicas repetitivas y una actividad con nivel de riesgo medio están en la etapa de proceso de empaque de igual manera con nivel de riesgo medio (puntaje de siete) está considerada como actividad ocasional. La suma de las actividades con nivel de riesgo ergonómico medio son tres (representan el 60% del riesgo de las actividades consideradas con factor de peligro), las siguientes dos actividades están consideradas como repetitivas y se involucran en el agarre de la bolsa y colocación en bascula (puntaje ocho) y la carga del producto y transporte de la tarima (puntaje de nueve), representadas por el 40% de las actividades con riesgo.

Los puntajes más altos obtenidos para este método de evaluación están representados por un valor de ocho y nueve, estos sobrepasan la media establecida para este tipo de evaluación y el 60% de los valores están por debajo de la media con valores desde cinco y seis, para estos se consideran las condiciones de la operación para poder desempeñarse con la calidad requerida.

Tabla 23: Nivel de riesgo método de REBA

Hemisferio A y B				Mediciones angulares		Evaluación de posturas individuales	Riesgo	Clasificación del riesgo
Actividad	Característica	Hemisferios	Descripción	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Tipo de actividad	Clasificación del riesgo	Nivel
3. Colocación de bolsas	Empuñadura	B	Muñeca	>15°	<15°	Repetitiva	6	Medio
	Flexión de antebrazos	B	Antebrazo	-	<60°	Repetitiva	6	Medio
6. Agarre de bolsa y colocación en bascula para pesado	Flexión de antebrazos	B	Antebrazo	-	<60°	Repetitiva	8	Alto
10. Carga del producto y transporte a tarima	Flexión de antebrazo	B	Antebrazo	-	<60°	Repetitiva	9	Alto
12. Empace	Flexión de antebrazos	B	Antebrazo	-	<60°	Ocasional	7	Medio

Para la selección del nivel de actuación se consideraron los valores determinados en el factor crítico de riesgo (ver sección 2.2.1 de análisis de riesgo y nivel de actuación). El valor de la puntuación obtenida será mayor cuanto mayor sea el riesgo para el empacador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 15 indica riesgo muy elevado por lo que se debería actuar de inmediato. Se clasifican las puntuaciones en cinco rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un nivel de actuación, lo cual nos indica que se debe establecer la acción para la corrección de las condiciones laborales específicamente en los puntos con riesgos considerables de acuerdo al método.

La segunda clasificación fue para el método de RULA (ver tabla 24). De las dos actividades evaluadas individualmente para este método (ver sección 3.6 análisis de posturas individuales), solo se representa una con un factor de riesgo considerable (el acomodo del producto representa un riesgo ergonómico).

Obteniendo un nivel dos de riesgo para este método, estando aun dentro de un nivel de actuación que requiere cambios en el rediseño de la estación, teniendo como referencia que se debe profundizar en el estudio de esta actividad (por lo que la operación se realiza de forma repetitiva durante toda la jornada laboral) buscando la mejora para la reducción del impacto ergonómico que puede desarrollarse en los brazos del empacador.

Tabla 24: Nivel de riesgo método de RULA Hemisferio B

Riesgo y nivel de actuación (Método de RULA)								
Hemisferio B				Mediciones angulares		Evaluación de posturas individuales	Riesgo	Clasificación del riesgo
Actividad	Característica	Hemisferios	Descripción	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Tipo de actividad	Clasificación del riesgo	Nivel
7. Acomodo de producto	Flexión del cuello	B	Cuello	-	<20°	Repetitiva	5	2

Para la selección del nivel de actuación se consideraron los valores determinados en el factor crítico de riesgo (ver sección 2.2.1 de análisis de riesgo y nivel de actuación). Puntuaciones entre cinco y seis indican que los cambios son necesarios. Las puntuaciones de cada miembro y grupo, así como las puntuaciones de fuerza y actividad muscular.

La segunda sección (Hemisferio A) para el método de RULA (ver tabla 25). De las actividades evaluadas individualmente para este método (ver sección 3.6 análisis de posturas individuales), solo se representan tres con un factor de riesgo considerable (el agarre de bolsa y colocación en bascula para pesado, la estiba y acomodo de cajas en tarimas y el empaque).

El 100% de todas las tareas específicas son consideradas con factor de riesgo se clasifican como tipo de actividad repetitiva, dentro de estas el 50% son consideradas con una clasificación de riesgo con valor dos, impactando directamente en los brazos y en las muñecas (Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio “por lo tanto se considera un riesgo de afectación directa al empacador”). El otro 50% de las actividades corresponden a una clasificación de riesgo de nivel tres, impactando a la muñeca y a los brazos del empacador (para estos valores obtenidos se requiere el rediseño de la tarea).

Se requieren mejoras en este nivel de actuación reportado por lo que es conveniente profundizar en cada actividad para definir las actividades a empeñarse para reducir el nivel de riesgo y establecer las posiciones corporales a adoptarse para mitigar o bien reducir hasta un nivel aceptable en riesgo de impacto ergonómico provocado el emparador (este tipo de riesgos tienen impactos directos a la salud por las malas condiciones ya mencionadas “lo cual influye en el estado de ánimo de los empaadores, estrés por actividades que requieren alto esfuerzo físico para su ejecución, lesiones musculoesqueléticas y desarrollo de deformación de los miembros corporales por la alta exposición a la actividad desempeñada”).

Tabla 25: Nivel de riesgo método de RULA Hemisferio A

Riesgo y nivel de actuación (Método de RULA)									
Hemisferio A				Mediciones angulares			Evaluación de posturas individuales	Riesgo	Clasificación del riesgo
Actividad	Características	Hemisferios	Descripción	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Pronación y/o supinación	Tipo de actividad	Clasificación del riesgo	Nivel
6. Agarre de bolsa y colocación en bascula para pesado	Empuñadura	A	Muñeca	<10°	<15°	-	Repetitiva	5	3
		A	Giro de muñeca	-	-	Supinación media	Repetitiva	4	2
	Flexión de brazos	A	Brazo	>20°	<45°	-	Repetitiva	4	2
11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Empuñadura	A	Muñeca	>15°	<15°	-	Repetitiva	5	3
	Estirar Brazos	A	Brazo	>20°	<60°	-	Repetitiva	6	3
	Giro de muñeca	A	Giro de muñeca	-	-	Supinación extrema	Repetitiva	5	3
12. Emplaye	Giro de muñeca	A	Giro de muñeca	-	-	Pronación y supinación media	Repetitiva	4	2
	Estirar Brazos	A	Brazo	<20°	<90°	-	Repetitiva	4	2

Los músculos en el antebrazo actúan sobre la muñeca y los dedos, lo cual indica que existe una rotación extrema en los miembros corporales causando lesiones temporales (causando dolor por el tipo de actividad repetitiva) o en caso críticos lesiones permanentes en los músculos y tendones (logrando deformación en los músculos impactados).

La clasificación número tres evaluada con el método de OWAS (ver tabla 26). De las actividades evaluadas individualmente para este método solo se representan dos con un factor de riesgo considerable (carga del producto y transporte a tarima, estiba y acomodo de cajas en tarimas) en las cuales se evalúan mediante este método por la complejidad de los movimientos desempeñados, el corto tiempo en el cambio de actividad y el involucramiento del cuerpo completo.

El 100% de todas las tareas específicas son consideradas con factor de riesgo que se clasifican como tipo de actividad repetitiva, las actividades corresponden a una clasificación de riesgo de tres (para este nivel se indica que se requieren acciones correctivas lo antes posible), impactando las piernas y el

tronco del empacador (para estos valores obtenidos se requiere el rediseño de la tarea, así como el rediseño de la estación de trabajo para reducir los valores del riesgo).

Se requieren mejoras en este nivel de actuación reportado por lo que es conveniente profundizar en cada actividad (cargas, tipo de cargas y pesos de las cargas) para definir las actividades a empreñarse para reducir el nivel de riesgo y establecer las posiciones corporales a adoptarse para mitigar o bien reducir hasta un nivel aceptable en riesgo de impacto ergonómico provocado el empacador.

El efecto para estas posturas son efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético (las tareas desempeñadas por el empacador no son homogéneas, estas son repetitivas y por la dificultad de las operaciones y la realización del estudio se consideraron como evaluaciones multifase involucrando el nivel de impacto por la operación global).

Tabla 26: Nivel de riesgo método de OWAS

Riesgo y nivel de actuación (Método de OWAS)									
Hemisferio A y B				Mediciones angulares			Evaluación de posturas individuales	Riesgo	Clasificación del riesgo
Actividad	Característica	Hemisferios	Descripción	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Movimiento	Tipo de actividad	Clasificación del riesgo	Nivel
10. Carga del producto y transporte a tarima	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado	AB	Piernas	<20°	<45°	El peso no está simétricamente distribuido	Repetitiva	3	Requiere acciones lo antes posible
	Caminar	AB	Piernas	<20°	<45°	De pie, bien apoyado	Repetitiva	3	Requiere acciones lo antes posible
11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Espalda doblada con giro	AB	Tronco	-	<45°	-	Repetitiva	3	Requiere acciones lo antes posible
	Flexión en piernas	AB	Piernas	-	<45°	De pie, bien apoyado	Repetitiva	3	Requiere acciones lo antes posible

Para este método se evalúa el riesgo o incomodidad para cada parte del cuerpo (espalda, brazos y piernas) de forma global (a diferencia de los dos métodos empleados con anterioridad que se enfocan a un estudio basado en secciones corporales), es decir, considerando todas las posturas adoptadas. Para ello se asigna una categoría de riesgo a cada parte del cuerpo en función de la frecuencia relativa de las diversas posiciones que adoptan en las diferentes posturas observadas.

El método OWAS se basa en una clasificación simple y sistemática de las posturas de trabajo, combinado con observaciones sobre las tareas. Como se verá a lo largo del método, su objetivo consiste en una evaluación del riesgo de carga postural en términos de frecuencia por la gravedad (Posturas de trabajo que difieran de la posición media normal están consideradas como perjudiciales para el sistema musculoesquelético. La carga estática o continua de malas posturas de trabajo conduce a sobreesfuerzo y a fatiga muscular, y en algunos casos extremos, a daños y enfermedades relacionadas con el trabajo).

La clasificación número cuatro analizada mediante el método de NIOSH (ver tabla 27). De las actividades evaluadas individualmente para este método solo se representan dos con un factor de riesgo considerable (carga del producto y transporte a tarima, estiba y acomodo de cajas en tarimas) en las cuales se evalúan mediante este método por la complejidad de las cargas ejecutadas (calidad del agarre y esfuerzo para el levantamiento de las cargas), el corto tiempo en el cambio de actividad y el involucramiento del cuerpo completo.

El 100% de todas las tareas son consideradas como repetitivas con factor de riesgo corresponden a una clasificación de riesgo regular (este factor de agarre de la carga es deficiente, para estos valores obtenidos se requiere el rediseño de la tarea, así como el rediseño de la estación de trabajo para reducir los valores del riesgo por cargas mal ejecutadas y no proporcionales al puesto de trabajo).

Se requieren mejoras en este nivel de actuación reportado (cargas, tipo de cargas y pesos de las cargas) para definir las actividades a empeñarse para reducir el nivel de riesgo y establecer las posiciones corporales a adoptarse para mitigar o bien reducir hasta un nivel aceptable en riesgo de impacto ergonómico provocado el empacador.

El efecto para estas posturas es, efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético (las tareas desempeñadas por el empacador no son homogéneas, estas son repetitivas y por la dificultad de las operaciones y la realización del estudio se consideraron como evaluaciones multifase involucrando el nivel de impacto por la operación global).

Tabla 27: Nivel de riesgo método de NIOSH

Riesgo y nivel de actuación (Método de NIOSH)									
Hemisferio A y B			Mediciones angulares		Evaluación de posturas individuales		Riesgo	Clasificación del riesgo	
Actividad	Característica	Hemisferios	Descripción	Ángulos flexión	Movimiento	Tipo de actividad	Carga o fuerza	Clasificación del riesgo	Nivel
10. Carga del producto y transporte a tarima	Cargar	AB	Tronco	<15°	De pie, bien apoyado	Repetitiva	Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente	Regular	Peso máximo en condiciones óptimas 20 kg para esta actividad
11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Cargar	AB	Piernas	<45°	De pie, bien apoyado	Repetitiva	Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente	Regular	Peso máximo en condiciones óptimas 20 kg para esta actividad

El método NIOSH consiste en calcular un índice de levantamiento, que proporciona una estimación relativa del nivel de riesgo asociado a una tarea de levantamiento manual concreta. Además, permite analizar tareas múltiples de levantamiento de cargas, a través del cálculo de un índice de levantamiento compuesto (para poder identificar los riesgos de lumbalgias asociados a la carga física a la que estaba sometido el empacador y recomendar un límite de peso adecuado para cada tarea en cuestión; de manera que un determinado porcentaje de la población pudiera realizar su trabajo sin riesgo elevado de padecer lumbalgias).

Mediante los cuatro métodos analizados en las posturas corporales (REBA, RULA, OWAS, NIOSH), se logró determinar el riesgo y el nivel de actuación al que el empacador se encuentra expuesto, tomando en consideración las que representan una condición anormal y que a través de los años se convierten en un factor crítico en el personal.

Por lo que fue necesario reevaluar las condiciones favorables a las que deberían estar expuestas, para la reducción del riesgo y/o mitigación de los factores de impacto. (Ver la sección 3.8 Posiciones a adoptarse) en donde se establecen las posiciones a adoptarse, los ángulos requeridos y la medida del esfuerzo en el desarrollo de sus actividades, así como la profundización en el tipo de puesto requerido para la ejecución de las operaciones sin que representen un factor de riesgo ergonómico y el aumento de productividad en los procesos involucrados.

### **3.8 Posiciones a adoptarse**

Las posiciones a adoptarse evaluadas en este proyecto cumplen con dos grandes criterios (Repetitiva, Ocasionales). En el caso de las repetitivas están enfocadas de los miembros superiores e inferiores del cuerpo con ciclos de trabajo claramente definidos. A partir del tiempo de exposición, la repetitividad de los movimientos de brazos, manos, tronco, piernas, brazos y la codificación de la postura que adopta el empacador y las ocasionales son representadas de igual manera en los miembros superiores e inferiores del cuerpo con ciclos de trabajo claramente definidos, la diferencia es que estos cuentan con un valor de riesgo mayor para el empacador.

Por lo que fue necesario evaluar por tipo de actividad y método ergonómico empleado realizando la propuesta en el factor crítico del riesgo y las condiciones que deben adoptarse “Método Propuesto” en el cual se establecen las mediciones y condiciones de las actividades logrando un factor de riesgo aceptable para la operación desempeñada (ver en las tablas siguientes).

Se consideraron cuatro secciones para el análisis del riesgo en los cuatro métodos considerados (REBA, RULA, OWAS y NIOSH), en estas se consideran todos los factores involucrados para cada actividad, considerando todas las características, hemisferios, descripciones, ángulos de extensión, ángulos de flexión, pronación o supinación, movimientos específicos desempeñados, tipo de actividad, tipo de cargas o de fuerzas y el método ergonómico específico con el que se desempeña la actividad, logrando proponer los cambios necesarios y significativos que se requieren para lograr un factor de riesgo mínimo (sin impacto crítico hacia la ergonomía del empacador), para esta reevaluación se consideró la metodología mencionada en la Figura 10: Representación gráfica del análisis de riesgo en los métodos RULA, REBA, OWAS y NIOSH (esto con el fin de demostrar cuales son las características que el empacador debe tener al ejecutar las actividades y reducir el impacto musculoesquelético). La primera sección para las posturas a adoptarse realizada para el método de REBA (ver tabla 28)

Tabla 28: Posturas a adoptarse mediante el método de REBA

Posturas a adoptarse (Método de REBA)										
Método ejecutado							Método Propuesto			
Hemisferio A y B		Mediciones angulares		Evaluación de posturas individuales	Riesgo	Clasificación del riesgo	Mediciones angulares		Riesgo	Clasificación del riesgo
Actividad	Característica	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Tipo de actividad	Clasificación del riesgo	Nivel	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Clasificación del riesgo	Nivel
3. Colocación de bolsas	Empuñadura	>15°	<15°	Repetitiva	6	medio	>10°	<10°	3	bajo
	Flexión de antebrazos	-	<60°	Repetitiva	6	medio	-	<45°	3	bajo
6. Agarre de bolsa y colocación en balanza para pesado	Flexión de antebrazos	-	<60°	Repetitiva	8	alto	-	<30°	6	Medio
10. Carga del producto y transporte a tarima	Flexión de antebrazo	-	<60°	Repetitiva	9	alto	-	<40°	7	Medio
12. Emplaque	Flexión de antebrazos	-	<60°	Ocasional	7	medio	-	<30°	5	Medio

Como se observa en la tabla 28, solo se resumen los valores críticos del cambio requerido en las actividades específicas mencionadas en el método propuesto, para este caso los valores que consideran para lograr condiciones ergonómicas sin riesgo de afectación al empacador son los ángulos de extensión de los ángulos de flexión de la parte corporal mencionada en las características de la misma tabla.

El 40% de las actividades (colocación de bolsas) de este método pasaron de un nivel medio de riesgo a un nivel bajo y demuestra que se requieren ajustar los puestos de trabajo para que el empacador no exceda los ángulos de flexión y extensión. El otro 40 % de las actividades (agarre de bolsa y colocación en balanza para pesado, carga del producto y transporte a tarima) que tenían un nivel de riesgo alto se modifican a un nivel de riesgo medio haciendo únicamente ajustes en los ángulos de flexión ejecutados en dichas actividades y el 20% de las actividades (emplaque) mantienen el nivel de riesgo medio empleado para este método, pero se mantienen en el valor mínimo de esta clasificación.

En la segunda sección para las posturas a adoptarse realizada para el método de RULA hemisferio B (ver tabla 29) se resumen los valores críticos del cambio requerido en las actividades específicas mencionadas (acomodo de producto y flexión del cuello) en el método propuesto, para este caso los valores que consideran para lograr condiciones ergonómicas sin riesgo de afectación al empacador son los ángulos de extensión de los ángulos de flexión de la parte corporal mencionada en las características de la misma tabla.

El 100% de las actividades (acomodo de producto) de este método pasaron de un nivel tres de riesgo a un nivel dos y demuestra que se requieren ajustar los puestos de trabajo para que el empacador no exceda los ángulos de flexión y extensión (el nivel dos en este método indica que son valores aceptables para el desempeño de las actividades, sin que estas puedan ser las causantes de daños físico por la operación de las mismas).

Tabla 29: Posturas a adoptarse mediante el método de RULA (Hemisferio B)

Posturas a adoptarse (Método de RULA)										
Método ejecutado						Método Propuesto				
Hemisferio B		Mediciones angulares		Evaluación de posturas individuales	Riesgo	Clasificación del riesgo	Mediciones angulares		Riesgo	Clasificación del riesgo
Actividad	Características	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Tipo de actividad	Clasificación del riesgo	Nivel	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Clasificación del riesgo	Nivel
7. Acomodo de producto	Flexión del cuello	-	<20°	Repetitiva	5	3	<10	<10	3	2

Se ha determinado que la tarea resulta aceptable como se definido así que debe plantearse el rediseño del puesto y la necesidad apremiante de introducir cambios en la realización de la tarea, para lograr el nivel de riesgo dos dentro de este sistema y hacer más productivas las tareas en la actividad de acomodo de producto.

En la segunda sección de la evaluación dos para las posturas a adoptarse realizada para el método de RULA hemisferio A (ver tabla 30) se resumen los valores críticos del cambio requerido en las actividades específicas mencionadas (agarre de bolsa y colocación en bascula para pesado, estiba y acomodo de cajas en tarimas, emplaye) en el método propuesto.

Para este caso los valores que consideran para lograr condiciones ergonómicas sin riesgo de afectación al empacador (por la fuerza y las actividades musculares que se desempeñan al momento de la operación) son los ángulos de extensión de los ángulos de flexión de la parte corporal mencionada en las características de la misma tabla.

El 75% de las actividades específicas (involucra las tres actividades principales previamente mencionadas) de este método pasaron de un nivel tres y tres de riesgo a un nivel dos y demuestra que se requieren ajustar los puestos de trabajo para que el empacador no exceda los ángulos de flexión y extensión así como los movimientos de pronación y supinación (el nivel dos en este método indica que son valores aceptables para el desempeño de las actividades, sin que estas puedan ser las causantes de daños físico por la operación de las mismas).

El 12.5 % de las actividades se mantienen en un nivel de riesgo tres (este no requiere ajustes al proceso debido que está dentro de un nivel de evaluación aceptable) y el 12.5% representan un nivel de riesgo uno (esta actividad pasa hacer desapercibida, no requiere ninguna acción y no representa ningún daño no a corto o largo plazo por su ejecución).

Tabla 30: Posturas a adoptarse mediante el método de RULA (Hemisferio A)

Posturas a adoptarse (Método de RULA)											
Método ejecutado							Método Propuesto				
Hemisferio A		Mediciones angulares		Evaluación de posturas individuales	Riesgo	Clasificación del riesgo	Mediciones angulares		Riesgo	Clasificación del riesgo	
Actividad	Características	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Tipo de actividad	Clasificación del riesgo	Nivel	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Clasificación del riesgo	Nivel	
6. Agarre de bolsa y colocación en bascula para pesado	Empuñadura	<10°	<15°	Repetitiva	5	3	<10°	<10°	4	2	
		Supinación media		Repetitiva	4	2	Supinación media		4	2	
	Flexión de brazos	>20°	<45°	Repetitiva	4	2	<20°	<40°	3	2	
11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Empuñadura	>15°	<15°	Repetitiva	5	3	<15°	<10°	4	2	
	Estírar Brazos	>20°	<60°	Repetitiva	6	3	<20°	<45°	5	3	
	Giro de muñeca	Supinación extrema		Repetitiva	5	3	Supinación media		4	2	
12. Emplaye	Giro de muñeca	Pronación y supinación media		Repetitiva	4	2	Pronación y supinación media		4	2	
	Estírar Brazos	<20°	<90°	Repetitiva	4	2	<20°	<90°	3	1	

Se ha determinado que la tarea resulta aceptable como se definido así que debe plantearse el rediseño del puesto y la necesidad apremiante de introducir cambios en la realización de la tarea, para lograr el nivel de riesgo dos dentro de este sistema y hacer más productivas las tareas en las tres actividades principales establecidas para esta clasificación del hemisferio A.

En la tercera evaluación para las posturas a adoptarse realizada para el método de OWAS (ver tabla 31) se resumen los valores críticos del cambio requerido en las actividades específicas mencionadas (Carga del producto y trasporte a tarima, estiba y acomodo de cajas en tarimas) en el método propuesto. Para este caso los valores que consideran para lograr condiciones ergonómicas sin riesgo de afectación al empacador (por la fuerza y las actividades musculares que se desempeñan al momento de la operación) son los ángulos de extensión de los ángulos de flexión de la parte corporal mencionada en las características de la misma tabla.

El 50% de las actividades específicas (involucra las cuatro actividades principales previamente mencionadas) de este método pasaron a un aceptable, demuestra que se requieren acciones correctivas en un futuro cercano y ajustar los puestos de trabajo para que el empacador no exceda los ángulos de flexión y extensión así como los movimientos de pronación y supinación (en este método indica que son valores aceptables para el desempeño de las actividades, sin que estas puedan ser las causantes de daños físico por la operación de las mismas).

El 50 % de las actividades se mantienen en un nivel de riesgo que no requiere acciones (este no requiere ajustes al proceso debido que está dentro de un nivel de evaluación aceptable, esta actividad pasa hacer desapercibida, no requiere ninguna acción y no representa ningún daño ni a corto o largo plazo por su ejecución).

Cuando la actividad es frecuente, aunque la carga sea ligera, el procedimiento de muestreo permite estimar la proporción de tiempo (tiempo estimado de mantenimiento durante la jornada de trabajo) durante que la espalda o las extremidades están en las diversas posturas observadas.

Tabla 31: Posturas a adoptarse mediante el método de OWAS

Posturas a adoptarse (Método de OWAS)												
Método ejecutado						Método Propuesto						
Hemisferio A y B		Mediciones angulares			Evaluación de posturas individuales	Riesgo	Clasificación del riesgo	Mediciones angulares			Riesgo	Clasificación del riesgo
Actividad	Características	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Movimiento	Tipo de actividad	Clasificación del riesgo	Nivel	Ángulos extensión	Ángulos flexión	Movimiento	Clasificación del riesgo	Nivel
10. Carga del producto y transporte a tarima	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado	<20°	<45°	El peso no está simétricamente distribuido	Repetitiva	3	Requiere acciones lo antes posible	<20°	<40°	De pie, el peso está simétricamente distribuido	2	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
	Caminar	<20°	<45°	De pie, bien apoyado	Repetitiva	3	Requiere acciones lo antes posible	<20°	<20°	El empacador camina	1	No requiere acción.
11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Espalda doblada con giro	-	<45°	-	Repetitiva	3	Requiere acciones lo antes posible	-	<30°	Las dos piernas rectas y con el peso equilibrado entre ambas	2	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
	Flexión en piernas	-	<45°	De pie, bien apoyado	Repetitiva	3	Requiere acciones lo antes posible	-	<30°	Las dos piernas rectas y con el peso equilibrado entre ambas	1	No requiere acción.

En la cuarta sección de la evaluación dos para las posturas a adoptarse realizada para el método de NIOSH (ver tabla 32) se resumen los valores críticos del cambio requerido en las actividades específicas mencionadas en el método propuesto (carga del producto y transporte a tarima, estiba y acomodo de cajas en tarimas). Para este caso los valores que consideran para lograr condiciones ergonómicas sin riesgo de afectación al empacador (por la fuerza y las actividades musculares que se desempeñan al momento de la operación) son los ángulos de extensión, ángulos de flexión y el factor crítico para este método es la carga o fuerza aplicada en la parte corporal mencionada.

El 100% de las actividades específicas de este método (involucra las dos actividades principales previamente mencionadas) pasaron de un nivel de riesgo regular a un nivel regular/bueno y se demuestra que se requieren ajustar los puestos de trabajo para que el empacador no exceda los ángulos de flexión y extensión, así como las cargas / fuerzas ejercidas para el desarrollo de la actividad (para el manejo de cargas y fuerzas sea acorde a la actividad).

Tabla 32: Posturas a adoptarse mediante el método de NIOSH

Posturas a adoptarse (Método de NIOSH)												
Método ejecutado							Método Propuesto					
Hemisferio A y B		Mediciones angulares		Evaluación de posturas individuales		Riesgo	Clasificación del riesgo	Mediciones angulares			Riesgo	Clasificación del riesgo
Actividad	Características	Ángulos flexión	Movimiento	Tipo de actividad	Carga o fuerza	Clasificación del riesgo	Nivel	Ángulos flexión	Movimiento	Carga o fuerza	Clasificación del riesgo	Nivel
10. Carga del producto y transporte a tarima	Cargar	<15°	De pie, bien apoyado	Repetitiva	Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente	Regular	Peso máximo en condiciones óptimas 20 kg para esta actividad	<45°	De pie, bien apoyado Tipo de agarre bueno	Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente	Regular / Bueno	Peso máximo ejecutado en esta actividad (14 Kg), carga regular y buen manejo
11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Cargar	<45°	De pie, bien apoyado	Repetitiva	Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente	Regular	Peso máximo en condiciones óptimas 20 kg para esta actividad	<30°	De pie, bien apoyado Tipo de agarre bueno	Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente	Regular / Bueno	Peso máximo ejecutado en esta actividad (14 Kg), carga regular y buen manejo

El manejo de cargas en el método de NIOSH como una herramienta útil y sencilla que constituye un esfuerzo más para prevenir las alteraciones de salud provocados por el manejo de cargas (lo que implica un riesgo importante desde el punto de vista ergonómico), lo que posibilita realizar en estos un rediseño del puesto de trabajo.

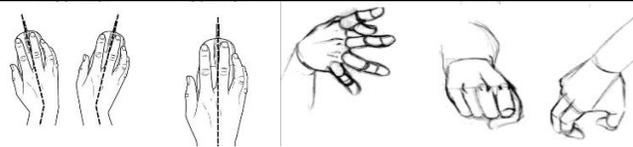
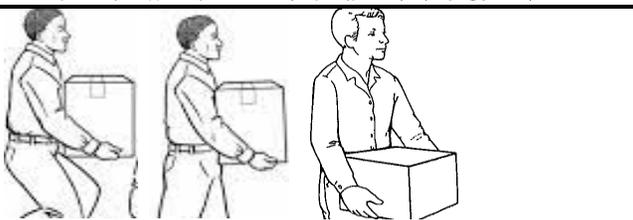
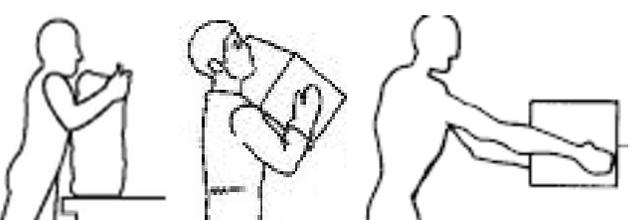
Se ha determinado que la tarea resulta aceptable como se definido así que debe plantearse el rediseño del puesto y la necesidad apremiante de introducir cambios en la realización de la tarea, para lograr el nivel de riesgo regular/bueno dentro de este sistema y hacer más productivas las tareas en la actividad de acomodo de producto e impactando de manera benéfica al empacador en condiciones ergonómicas, reduciendo el impacto en lesiones musculoesqueléticas, estrés, cansancio (la fatiga asociada a tareas de carácter repetitivo; y el criterio psicofísico, que limita la carga basándose en la percepción que tiene el empacador de su propia capacidad, aplicable a todo tipo de tareas, excepto a aquellas en las que se da una frecuencia de levantamiento elevada).

### 3.9 Rediseño de puesto de trabajo

#### 3.9.1 Diagnóstico inicial

Después de analizar los resultados evaluados de las posiciones que deben ser adoptadas (es importante que el puesto de trabajo se adapte a las dimensiones corporales del operario), podemos determinar las actividades y los puestos de trabajo en los cuales se deben de rediseñar las mejoras respectivas de acuerdo al nivel de riesgo y acción que deba tomar ergonómicamente, para mejorar las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo, que se aumente la productividad en las operaciones y el empacador no tenga daños musculo esqueléticas (ver tabla 33).

Tabla 33: Diagnóstico inicial para rediseño del área (REBA, RULA, OWAS, NIOSH)

Método	Actividad	Característica	Clasificación del riesgo	Imagen
REBA	3. Colocación de bolsas	Empuñadura	3	
		Flexión de antebrazos	3	
RULA	6. Agarre de bolsa y colocación en bascula para pesado	Flexión de antebrazos	6	
		Empuñadura	4	
		Flexión de brazos	3	
RULA	7. Acomodo de producto	Flexión del cuello	3	
OWAS	10. Carga del producto y transporte a tarima	Flexión de antebrazo	7	
		De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado	2	
		Caminar	3	
REBA	11. Estiba y acomodo de cajas en tarimas	Cargar >10 Kg	Regular / Bueno	
		Empuñadura	4	
		Estirar Brazos	5	
		Giro de muñeca	4	
		Espalda doblada con giro	2	
		Flexión en piernas	3	
REBA	12. Emplaye	Cargar >10 Kg	Regular / Bueno	
		Flexión de antebrazos	5	
		Giro de muñeca	4	
RULA		Estirar Brazos	3	

REBA RULA OWAS NIOSH

La clasificación del método a emplearse para el rediseño del puesto de trabajo, se estableció con base a las necesidades observadas en la clasificación del riesgo, el 50% de las actividades originales no requieren una acción en la modificación de las operaciones del empacador y el área de trabajo, las actividades que requieren mejora son seis (colocación de bolsas, agarre de bolsa y colocación en báscula para pesado, acomodo de producto, carga del producto y transporte a tarima, estiba y acomodo de cajas en tarimas, emplaye) (ver tabla 33).

Para esta está de diagnóstico inicial se consideraron los cuatro métodos ergonómicos REBA, RULA, OWAS y NIOSH, esta distribución se realizó con base al nivel de riesgo evaluado, y diagnóstico del riesgo esperado mediante el diseño del puesto de trabajo adecuado para las tareas, considerando las características, fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades de los empacadores para poder realizar la operación de empaque y embalaje del producto.

Las actividades y diseño de las operaciones se clasificaron de la siguiente manera “el análisis de la mejora y de los tiempos mencionados se pueden ver en apartado 3.10 de este capítulo”.

#### REBA:

- Colocación de bolsas: Originalmente el empacador realizaba esfuerzo y se evalúa un nivel de riesgo en las tareas específicas de “flexión del brazo y antebrazo, así como la pronación y supinación extrema de las muñecas” por lo cual se buscó que el rediseño del puesto de trabajo redujera el nivel de riesgo y hacer más productiva la operación reduciendo un 15% del tiempo empleado para esta actividad.
- Agarre de bolsa y colocación en báscula para pesado: Para esta actividad específica se analiza que el empacador realizaba un sobreesfuerzo en la flexión del antebrazo por la inclinación en la que estaban originalmente las bolsas.
- Carga del producto / transporte a tarima: El empacador realizaba un sobreesfuerzo en la flexión del antebrazo por la forma en la que se tomaba la caja, se trasladaba y se estibaba en la tarima.
- Emplaye: Para este método, la actividad se realiza de forma ocasional, pero por el tamaño de la tarima (pallet de 2.25 metros de altura), se realizaba un sobre estiramiento en los antebrazos ocasionando dificultad para desempeñar esta actividad, el en rediseño propuesto se cambió el método de emplaye, asignando la operación al ayudante de operador en turno.

#### RULA (Hemisferio B)

- Acomodo de producto: Originalmente el empacador realizaba esfuerzo en las tareas específicas de “flexión del cuello” al acomodo y estiba de las cajas, se evalúa un nivel de riesgo que a mediano plazo se tendrá complicaciones musculo esqueléticas en esta parte corporal por la actividad desempeñada, para la mitigación de este riesgo se buscó que el rediseño del puesto de trabajo redujera el nivel de riesgo y hacer más productiva la operación reduciendo un 5% del tiempo empleado para esta actividad.

#### RULA (Hemisferio A)

- Agarre de bolsa y colocación en bascula para pesado: Originalmente el empacador realizaba esfuerzo en las tareas específicas de “empuñadura y flexión del brazo”, se evaluó un nivel de riesgo que a mediano plazo se tendrá complicaciones musculo esqueléticas en esta parte corporal por la actividad desempeñada.
- Estiba y acomodo de cajas en tarima: Para esta condición el empacador realiza un esfuerzo al momento de realizar la empuñadura, estiramiento de brazos y giro de muñecas, por lo cual se requiere que la altura a realizarse la actividad sea más acorde a promedio de estatura de los empacadores, y diseño de la estación de trabajo deberá permitir que la altura máxima de carga sea al nivel de los hombros, para la mitigación de este riesgo se buscó que el rediseño del puesto de trabajo redujera el nivel de riesgo y hacer más productiva la operación reduciendo un 5% del tiempo empleado para esta actividad.
- Emplaje: el en rediseño propuesto se cambió el método de emplaye, asignando la operación al ayudante de operador en turno.

#### OWAS

- Carga del producto y transporte a tarima: Para esta condición el empacador realiza un esfuerzo al momento de realizar la carga de la caja estando de pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado para después caminar hacia la tarima para la estiba de las cajas, por lo cual se requiere que la altura a realizarse la actividad sea más acorde a promedio de estatura de los empacadores, y diseño de la estación de trabajo deberá permitir que se ejerza una carga correcta, para la mitigación de este riesgo se buscó que el rediseño del puesto de trabajo redujera el nivel de riesgo y hacer más productiva la operación reduciendo un 4% del tiempo empleado para esta actividad.
- Estiba y acomodo de cajas en tarimas: En esta etapa el empacador realizaba una condición de riesgo que afecta a la espalda al momento de ser flexionada y hacer giros para la carga del material, además de la flexión en piernas obteniendo un peso desequilibrado por la condición de la actividad, por lo cual se buscó que para el rediseño se considerara una altura acorde para realizar la actividad, para la mitigación de este riesgo se buscó que el rediseño del puesto de trabajo redujera el nivel de riesgo y hacer más productiva la operación reduciendo un 5% del tiempo empleado para esta actividad.

#### NIOSH

- Carga del producto y transporte a tarima: Para esta condición el empacador realiza un esfuerzo al momento de realizar la carga de la caja estando de pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado para después caminar hacia la tarima para la estiba de las cajas, a pesar de que el peso de la caja está dentro de los parámetros permitidos, las condiciones para la carga no otorgan la seguridad para realizar la actividad, por lo cual se requiere que la altura a realizarse la actividad sea más acorde a promedio de estatura de los empacadores, y diseño de la estación de trabajo deberá permitir que se ejerza una carga correcta, para la mitigación de este riesgo se buscó que el rediseño del puesto de trabajo redujera el nivel de riesgo y hacer más productiva la operación reduciendo un 7% del tiempo empleado para esta actividad.

- Estiba y acomodo de cajas en tarimas: En esta etapa el empacador realizaba una condición de riesgo que afecta a la espalda al momento de ser flexionada y hacer giros para la carga del material, además de la flexión en piernas obteniendo un peso desequilibrado por la condición de la actividad, por lo cual se buscó que para el rediseño se considerara una altura acorde para realizar la actividad, para la mitigación de este riesgo se buscó que el rediseño del puesto de trabajo redujera el nivel de riesgo y hacer más productiva la operación reduciendo un 5% del tiempo empleado para esta actividad.

Mediante el análisis del rediseño requerido se ve la necesidad de cambiar la forma en la que se realizan las actividades para toda la operación contemplando los cuatro métodos ergonómicos mencionados, sin embargo, la parte crítica se encuentra en el diseño del puesto de trabajo y se requieren hacer ajustes que permitirán hacer más productiva la operación (aumento de la productividad hasta un 8%) así como mitigar los riesgos de afectación ergonómica en las partes corporales descritas en análisis, haciendo que el empacador pueda desempeñar sus actividades con una mayor seguridad, sin la exposición a accidentes por la misma operación.

### 3.9.2 Desarrollo del aporte

El primer factor diseñado de componentes para el puesto de trabajo ergonómico “colocación de bolsas” (ver figura 20) fue tomando en consideración el método de REBA, esto por la naturaleza de las operaciones ya que este se centra en la evaluación del riesgo tanto en posturas dinámicas como en estáticas la operación es realizada de pie, pero en este método solo se analizan los brazos, muñecas y antebrazos. El desarrollo y diseño del área de trabajo es considerando el análisis del riesgo detectado y que es necesario corregir.

Para la corrección de las posturas inadecuadas y el riesgo ergonómico causado en los brazos se consideraron los siguientes criterios.

- El empacador debe mantener una postura recta y evitar el doblado de espalda
- Es necesario colocar el contenedor de bolsas enfrente del empacador, la altura a considerarse es de mínimo 90 cm de altura, para poder estar al nivel de las manos “ver elemento uno de la figura descrita”)
- El soporte metálico para cajas “zona de colocación de bolsas” debe tener una altura mínima de 40 cm, “la altura promedio de la caja es de 45 cm”, considerando las dos alturas la colocación de la bolsa se estará realizando a una altura promedio de 85 cm en promedio, estando dentro del rango ergonómico de altura en manos y espalda “ver elemento dos de la figura”.
- El soporte metálico para colocación de cajas “soporte para cajas con bolsas ya armadas y en espera de llenado de producto”. Este debe tener una altura mínima de 45 cm, “la altura promedio de la caja es de 45 cm”, considerando las dos alturas la colocación de la bolsa se estará realizando a una altura promedio de 90 cm en promedio, estando dentro del rango ergonómico de altura en manos y espalda “ver elemento tres de la figura”.

Los tres elementos son fundamentales para realizar la actividad de forma fácil y rápida, sin tener complicaciones posteriores por condiciones ergonómicas.

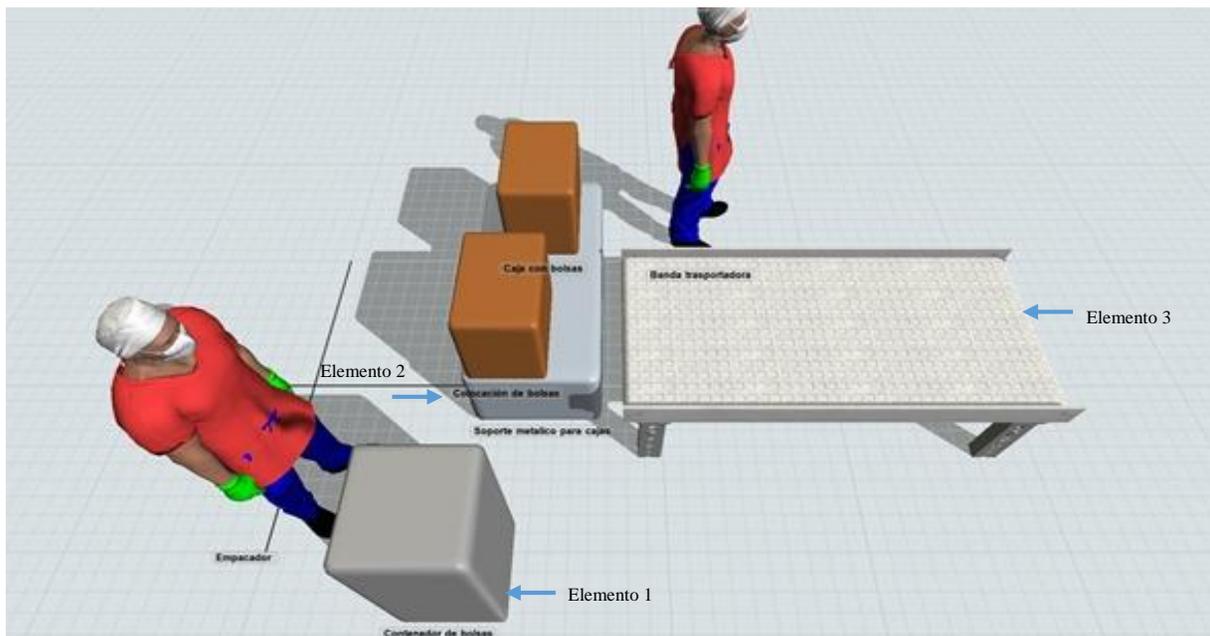


Figura 20: Rediseño del puesto de trabajo para colocación de bolsas considerando el método de REBA

El segundo factor diseñado de componentes para el puesto de trabajo ergonómico “agarre de bolsa y colocación en balanza para pesado” (ver figura 21) fue tomando en consideración el método de REBA, RULA, la naturaleza de las operaciones involucra una evaluación general del cuerpo ya que este se centra tanto en posturas dinámicas como en posturas estáticas, la operación es realizada de pie y se analizan los brazos, muñecas y antebrazos (el desarrollo y diseño del área de trabajo es considerando el análisis del riesgo detectado y que es necesario corregir).

Para la corrección de las posturas inadecuadas y el riesgo ergonómico causado los siguientes criterios.

- El empacador debe mantener una postura recta y evitar el doblado de espalda
- El soporte metálico para colocación de cajas “soporte para cajas con bolsas ya armadas y llenado de producto”. Este debe tener una altura mínima de 45 cm, “la altura promedio de la caja es de 45 cm”, considerando las dos alturas la colocación de la bolsa se estará realizando a una altura promedio de 90 cm en promedio, estando dentro del rango ergonómico de altura en manos y espalda “ver elemento tres de la figura” previamente considerado en el diseño de la etapa anterior.
- Diseño de soporte metálico de balanza “balanza para conteo y pasado de producto” Este debe tener una altura mínima de 30 cm en promedio, estando dentro del rango ergonómico de altura en manos y espalda “ver elemento cuatro de la figura” y de esta manera poder ejercer una carga y agarre correcto para pasar a la siguiente actividad. Los elementos diseñados son fundamentales para realizar la actividad de forma fácil y rápida, sin tener complicaciones posteriores por condiciones ergonómicas.

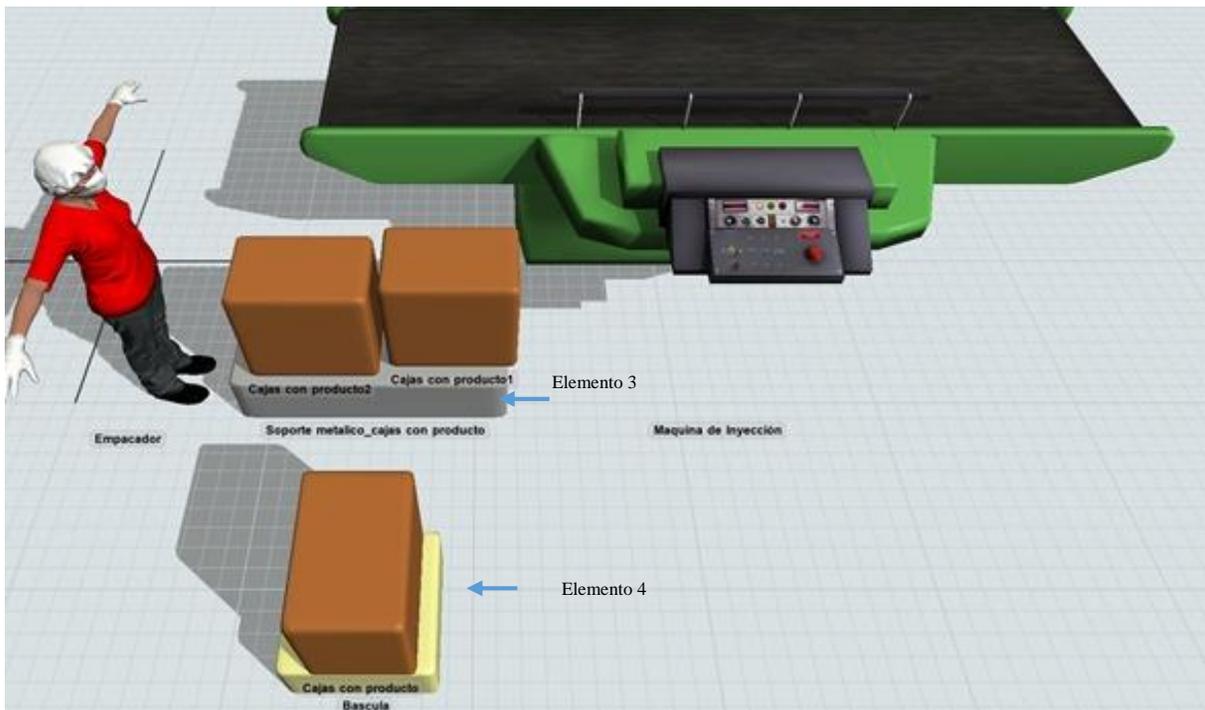


Figura 21: Rediseño del puesto de trabajo para agarre de bolsas y colocación en balanza considerando el método de REBA y RULA

El tercer factor diseñado de componentes para el puesto de trabajo ergonómico “acomodo de producto” (ver figura 22) fue tomando en consideración el método de RULA, esto por la naturaleza de las operaciones ya que este se centra en la evaluación del riesgo tanto en posturas dinámicas como en estáticas (involucra los dos hemisferios propuestos para estos métodos). La operación es realizada de pie y se analizan flexión e inclinación del cuello, este trae un riesgo elevado de riesgo ergonómico con base al análisis previamente realizado (el desarrollo y diseño del área de trabajo es considerando el análisis del riesgo detectado y que es necesario corregir).

Para la corrección de las posturas inadecuadas y el riesgo ergonómico causado los siguientes criterios.

- El emparador debe mantener una postura recta y evitar el dobléz de espalda, esta actividad permitirá tener movimientos dinámicos en el cuerpo.
- El soporte metálico para colocación de cajas “soporte para cajas con bolsas ya armadas y llenado de producto”. Este debe tener una altura mínima de 45 cm, “la altura promedio de la caja es de 45 cm”, considerando las dos alturas la colocación de la bolsa se estará realizando a una altura promedio de 90 cm en promedio, estando dentro del rango ergonómico de altura en manos y espalda “ver elemento cinco de la figura” previamente considerado en el diseño de la etapa anterior.

La altura del soporte metálico permitirá ejecutarse la actividad sin hacer un movimiento de inclinación del cuerpo, por lo que el cuello no se verá afectado por lesiones musculo esqueléticas en los ligamentos o en los músculos del cuello, como un esguince o una distensión por el uso inadecuado del músculo o sobrecarga muscular y por consecuencia causar molestia en el emparador haciendo su trabajo con dificultad, afectando la productividad del sistema y los reclamos de las personas por hacer trabajo que requiere un esfuerzo físico.

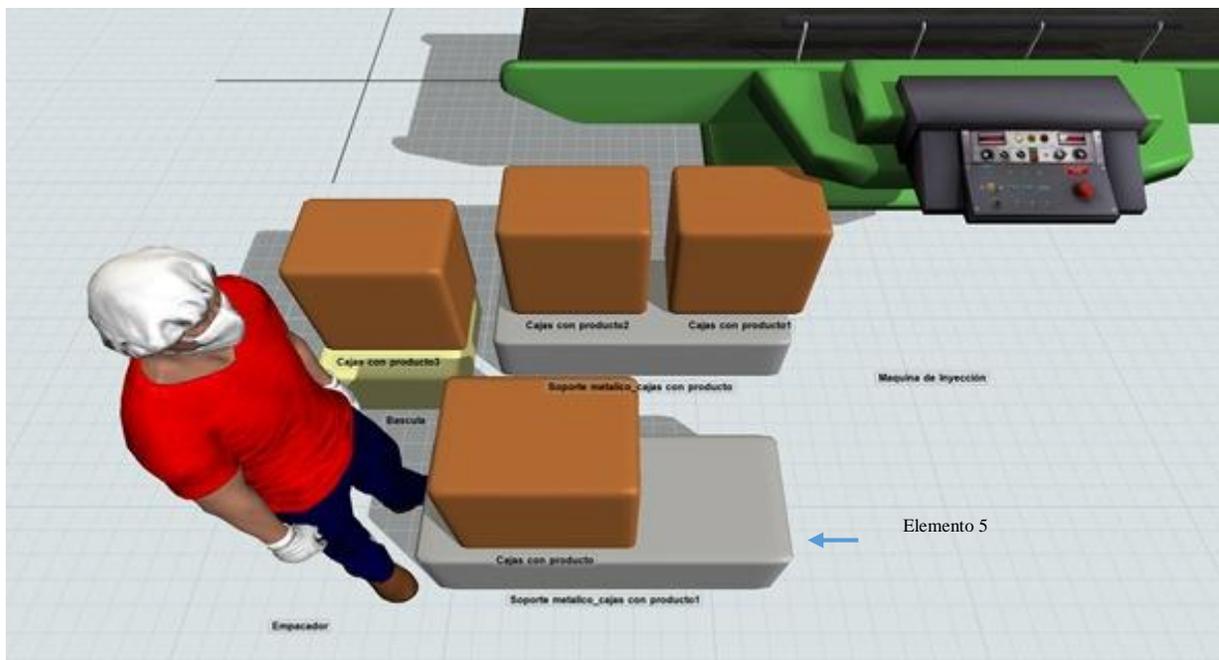


Figura 22: Rediseño del puesto de trabajo para acomodo del producto considerando el método de RULA

El cuarto factor diseñado de componentes para el puesto de trabajo ergonómico “carga del producto y transporte a tarima” (ver figura 23) fue tomando en consideración el método de REBA, OWAS, NIOSH, esto por la naturaleza de las operaciones ya que este se centra en la evaluación del riesgo tanto en posturas dinámicas como en estáticas (involucra los dos hemisferios propuestos para estos métodos). La operación es realizada de pie con flexión frecuente de piernas, caminar y cargas repetitivas, este trae un riesgo elevado de riesgo ergonómico con base al análisis previamente realizado (el desarrollo y diseño del área de trabajo es considerando el análisis del riesgo detectado y que es necesario corregir).

Para la corrección de las posturas inadecuadas y el riesgo ergonómico causado los siguientes criterios.

- El soporte metálico para colocación de cajas “soporte para cajas con bolsas ya armadas y llenado de producto”. Este debe tener una altura mínima de 45 cm, “la altura promedio de la caja es de 45 cm”, considerando las dos alturas la colocación de la bolsa se estará realizando a una altura promedio de 90 cm en promedio “ver elemento cinco de la figura”,
- Para el entrenamiento de las cargas se realizó la capacitación correspondiente al empacador, ya que con los elementos previamente diseñados se disminuye la probabilidad de riesgo ergonómico al hacer la ejecución de la actividad, ya estos elementos cuentan con una altura promedio considerado como ergonómico para el desempeño de las operaciones.
- La capacitación es empleada basada en la Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales- Condiciones de seguridad y salud en el trabajo

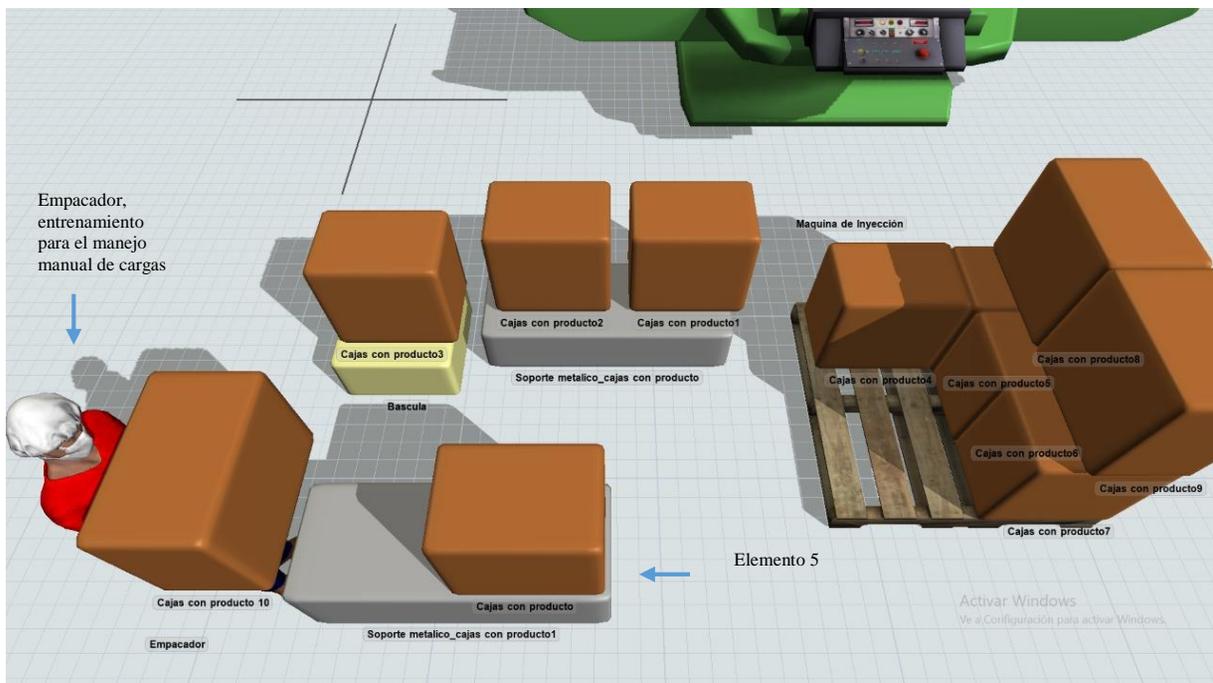


Figura 23: Rediseño del puesto de trabajo para carga y transporte del producto considerando el método de REBA, OWAS y NIOSH

El quinto factor diseñado de componentes para el puesto de trabajo ergonómico “trabajo para estiba y acomodo de cajas considerando” (ver figura 24) fue tomando en consideración el método de RULA, OWAS y NIOSH, esto por la naturaleza de las operaciones ya que este se centra en la evaluación del riesgo tanto en posturas dinámicas como en estáticas (involucra los dos hemisferios propuestos para estos métodos). La operación es realizada de pie con flexión frecuente de piernas, caminar y cargas repetitivas, manejo manual de cargas y estibas a una altura de hasta 2.25 metros, este trae un riesgo elevado de riesgo ergonómico de acuerdo al análisis previamente realizado (el desarrollo y diseño del área de trabajo es considerando el análisis del riesgo detectado y que es necesario corregir).

Para la corrección de las posturas inadecuadas y el riesgo ergonómico causado los siguientes criterios.

- Para el entrenamiento de las cargas se realizó la capacitación correspondiente al empacador, la capacitación es empleada basada en la Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condicion de seguridad y salud en el trabajo.
- Se establece el rediseño para un elevador “escaleras, ver elemento seis de la imagen” que les permitan llegar a la altura requerida 2.25 metros sin realizar sobre esfuerzo físico, “la altura promedio de la tarima es de 2.25 metros hasta la colocación de su última caja”.
- El primer diseño de la escalera es con una altura de 70 cm de altura para la colocación de cajas a partir de la cuarta cama
- El segundo diseño de la escalera es con una altura de 90 metro, (la altura de cada escalón es de 22.5 cm, con base de 30 cm para la colocación del pie, y para el cuarto escalón la base es de 80 cm para que el empacador pueda girar y pisar firmemente sin riesgo de caídas), este diseño contempla un barandal para brindar un soporte al empacador, así como la seguridad para agarre al momento de bajar de ella.

Las escaleras tienen un simbolismo básico en el inconsciente colectivo y un papel esencial en el uso del espacio al permitir multiplicar el plano base disponible, además de significar toda una proeza de equilibrio y coordinación corporal. Lo cual permitirá que la carga que ejecute el empacador este por debajo de la cara con un buen agarre sin riesgo de caída de la caja y que al momento de la estiba y acomodo no se rebase la altura de los hombros, conservando así la seguridad del empacador, aumentando el tiempo en que ejecuta la actividad y por ende aumento de la productividad en esta operación.

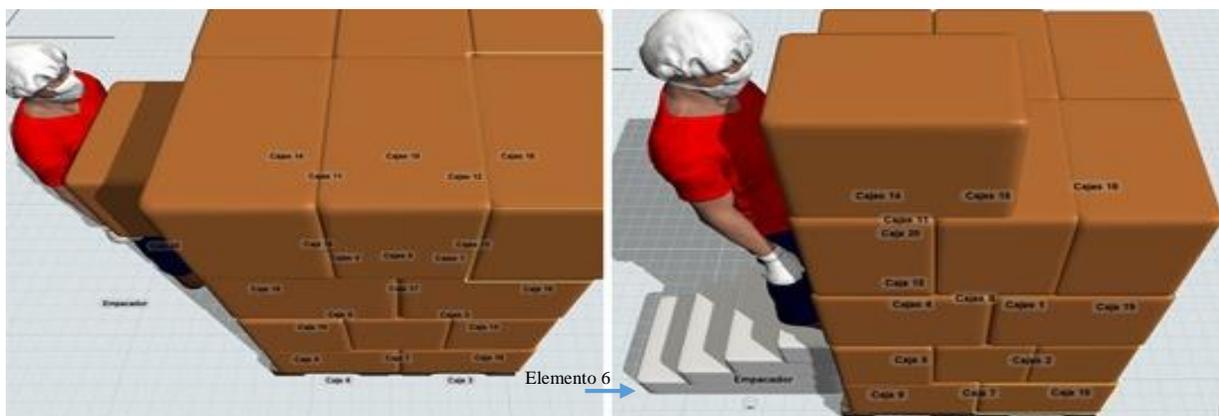


Figura 24: Rediseño del puesto de trabajo para estiba y acomodo de cajas considerando el método de RULA, OWAS y NIOSH

El sexto factor diseñado de componentes para el puesto de trabajo ergonómico “empley de pallet” (ver figura 25) fue tomando en consideración el método de REBA y RULA, esto por la naturaleza de las operaciones ya que este se centra en la evaluación del riesgo tanto en posturas dinámicas como en estáticas (involucra los dos hemisferios propuestos para estos métodos). La operación es realizada de pie con flexión frecuente de piernas, caminar y cargas repetitivas, este trae un riesgo elevado de riesgo ergonómico con base al análisis previamente realizado (el desarrollo y diseño del área de trabajo es considerando el análisis del riesgo detectado y que es necesario corregir).

Para la corrección de las posturas inadecuadas y el riesgo ergonómico causado los siguientes criterios.

- Para el entrenamiento de las cargas se realizó la capacitación correspondiente al empacador, la capacitación es empleada basada en la Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condicion de seguridad y salud en el trabajo.
- Se establece el uso de un empleyador manual, para que el empacador pueda realizar la actividad de manera cómoda, evitando lesiones o heridas en las manos (al realizarse el empley sin uso de guantes, y girar la bobina se causa daño directo en las manos como quemaduras y cortes en las palmas de las manos)
- Para evitar condiciones inadecuadas para el empley (doblar la espalda y realizar movimientos dinámicos alzando y girando la bobina de empley con un peso promedio de 13 kg y girando a través del pallet desde 0 a 220 cm). Se establece que el empley solo sea entre la tercera y cuarta cama realizando un cinturón al pallet
- El ayudante de empacador deberá apoyar al empacador a mover el pallet a través de un patín mecánico a la zona de empleyadoras, para el empley total.

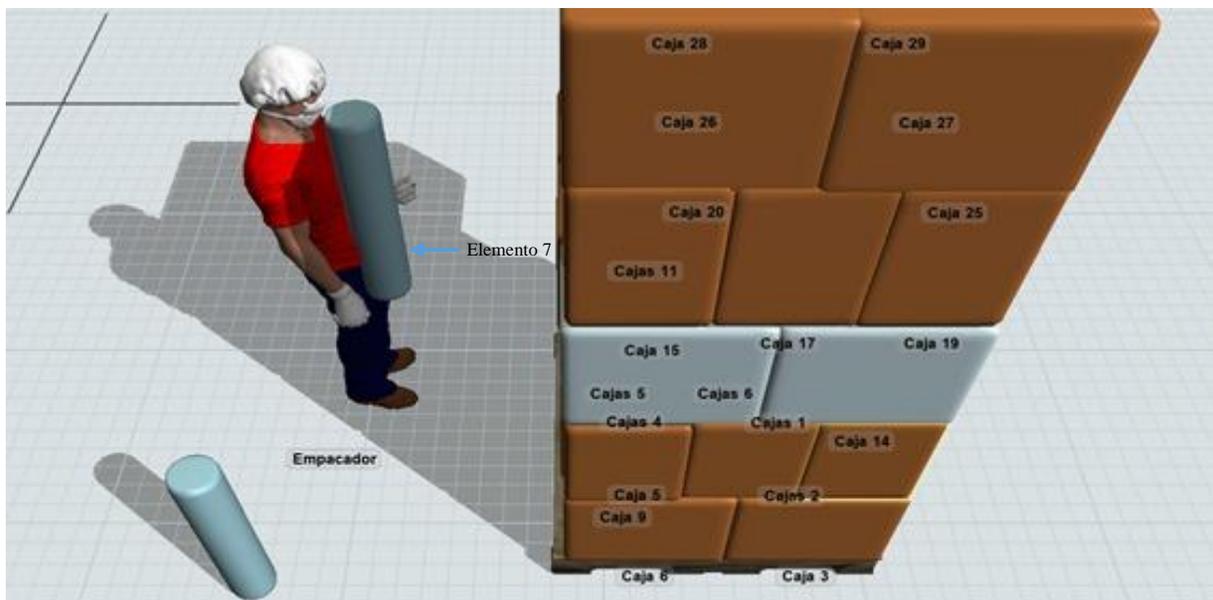


Figura 25: Rediseño del puesto de trabajo para empley considerando el método de REBA y RULA.

### 3.10 Mejorar puesto de trabajo ergonómico

#### 3.10.1 Implementación (equipos elaborados antes y después)

Para la construcción de los equipos se consideró a un proveedor externo quien fabrico los equipos diseñados, el proceso de implementación de los equipos llevo un periodo de ocho meses (febrero-septiembre 2021) por la asignación del presupuesto requerido para la implementación de las mejoras requeridas. La organización cuenta con cuatro esquemas certificados, calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional e inocuidad (ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018, FSSC 22000 V 5.1), por lo que fue necesario considerar los siguientes principios.

- Diseño de espacios de trabajo: construidos y mantenidos para facilitar las buenas prácticas de higiene y de fabricación “En su mayoría se consideró acero inoxidable y las superficies lisas para poder aplicar los procedimientos operativos de limpieza y saneamiento de los equipos” existen diferentes factores que convierten al acero inoxidable en la primera opción para estas industrias. Ya que por sus propiedades permite estar dentro de las industrias grado alimenticio al ser de fácil limpieza y no causar migración de sustancias prohibidas o metales pesados hacia el producto que está en contacto.
- Espacio suficiente: para permitir un flujo lógico de materiales, productos y personas a través del proceso de producción “diseño lógico que acorde al estudio disminuye los tiempos de operación de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas además de ayudar a las condiciones ergonómicas del empacador”.
- Medidas para prevenir la contaminación cruzada: se estableció operación estándar de limpieza de los equipos en el programa maestro de limpieza de la máquina para garantizar las condiciones higiénicas y prevenir antes contaminación cruzada para el producto fabricado.

Para el rediseño de contenedor de bolsas “elemento 1” (ver figura 26), se realizaron ajustes al contenedor actual que solo tenía una altura de 45 cm, para que este tuviera una altura mínima de 90 cm estando a la altura de las manos sin necesidad de que el empacador doble la espalda para poder tomar las bolsas y su posterior colocación en las cajas que contendrán el producto. Este contenedor se mantiene cerrado y al momento de la operación se colocan las bolsas a la altura de las aletas (90 cm) para estar al alcance del empacador.



Figura 26: Rediseño implementado de contenedor de bolsas (elemento 1)

El soporte metálico zona de colocación de bolsas “elemento 2” (ver figura 27), se realizaron ajustes a la base del soporte, aumentando la altura de 18 cm hasta 45 cm “la altura promedio de la caja es de 45 cm”, considerando las dos alturas la colocación de la bolsa se estará realizando a una altura promedio de 90 cm en promedio, estando dentro del rango ergonómico de altura en manos y espalda. En esta etapa el empacador solo desliza la caja al siguiente soporte metálico donde se realiza el llenado del producto, ayudando al empacador a evitar el dobléz de la espalda y hacer el levantamiento de cargas.

La altura del soporte metálico ayuda al empacador a realizar sus actividades sin la necesidad de estas doblando la espalda ya que la altura en la que se encuentra posicionada la caja para la colocación de bolsas está a 90 cm, cumpliendo con el rango de altura ergonómica requerida para desempeñar la operación. El soporte metálico cumple con las siguientes dimensiones, 45 cm de altura, 60 cm de ancho “se consideró el largo de las cajas” y 120 cm de largo “se consideran mínimo tres cajas listas antes del llenado del producto”



Figura 27: Zona de colocación de bolsas en cajas (elemento 2)

El soporte metálico zona de colocación de cajas ya armadas para llenado de producto “elemento 3” (ver figura 28), se realizaron ajustes a la base del soporte, aumentando la altura de 18 cm hasta 45 cm “la altura promedio de la caja es de 45 cm”, considerando las dos alturas el llenado de producto se estará realizando a una altura promedio de 90 cm en promedio, estando dentro del rango ergonómico de altura en manos y espalda. En esta etapa el empacador solo desliza la caja al soporte metálico donde se realiza el llenado del producto, ayudando al empacador a evitar el dobléz de la espalda y hacer el levantamiento de cargas. El llenado de producto en esta etapa se realiza caja por caja, esta se va cambiando al momento del llenado de producto (tapas o asas plásticas), se continua hacia la etapa del conteo y pesado de las piezas.

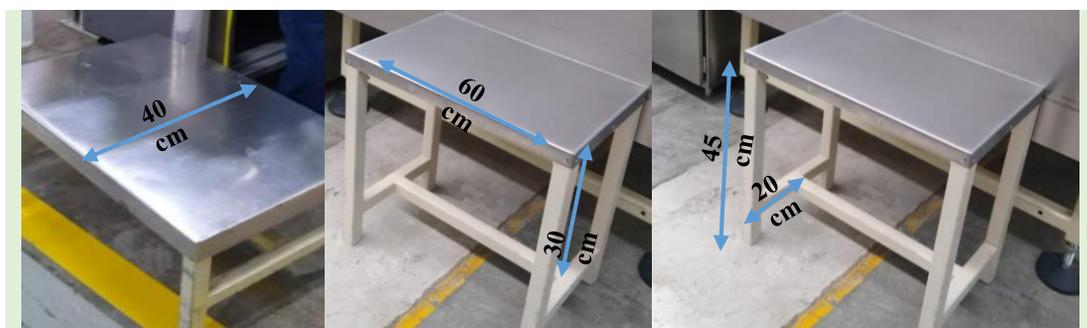


Figura 28: Zona de colocación de cajas ya armadas para llenado de producto (elemento 3)

El soporte metálico de bascula “elemento 4” (ver figura 29), se realizaron ajustes a la base del soporte, aumentando la altura de 15 cm hasta 45 cm “la altura promedio de la caja es de 45 cm”, considerando las dos alturas la colocación de la bolsa se estará realizando a una altura promedio de 90 cm en promedio, estando dentro del rango ergonómico de altura en manos y espalda. En esta etapa el empacador solo desliza la caja al soporte metálico donde se realiza pesado del producto, ayudando al empacador a evitar el doblar de la espalda y hacer el levantamiento de cargas.

Para el diseño de soporte metálico de bascula “bascula para conteo y pesado de producto” Este tiene una altura mínima de 30 cm en promedio, 15 cm del grosor de la báscula digital, el diseño de este soporte está dentro del rango ergonómico de altura en manos y espalda “ver elemento 4” y de esta manera poder ejercer una carga y agarre correcto para pasar a la siguiente actividad. Los elementos diseñados son fundamentales para realizar la actividad de forma fácil y rápida, sin tener complicaciones posteriores por condiciones ergonómicas.

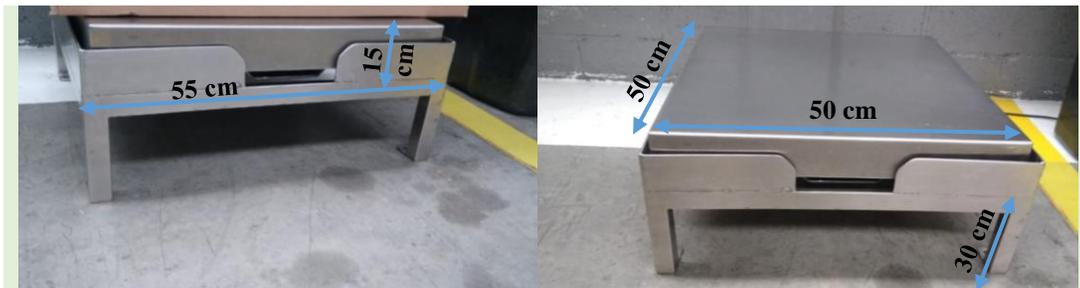


Figura 29: Soporte metálico para bascula “zona de pesado del producto” (elemento 4)

El soporte metálico para sellado de cajas y etiquetado del producto “elemento 5” (ver figura 30), se consideró una altura de hasta 45 cm “la altura promedio de la caja es de 45 cm”, considerando las dos alturas la colocación de la bolsa se estará realizando a una altura promedio de 90 cm en promedio, estando dentro del rango ergonómico de altura en manos y espalda.

En esta etapa el empacador solo realiza el sellado de las cajas y etiquetado, para su posterior levantamiento y acomodo en tarimas de madera (la estructura diseñada tiene una altura de 45 cm, esto evita que el empacador realice la carga desde el suelo) considerando estas dimensiones para la base fabricada fue necesario capacitar al personal sobre el método correcto para el levantamiento y manejo de las cargas (doblando las piernas manteniendo la espalda derecha), esto impacta de manera directa en la forma de hacer las actividades de este proceso, acelerando las operaciones y evitando lesiones musculoesqueléticas en las personas.



Figura 30: Zona de colocación de cajas para sellado y etiquetado del producto (elemento 5)

El diseño de componentes para el puesto de trabajo ergonómico para estiba y acomodo de cajas considerando “elemento 6” (ver figura 31) fue tomando en por la naturaleza de las operaciones ya que este se centra en la evaluación del riesgo tanto en posturas dinámicas como en estáticas. La operación es realizada de pie con flexión frecuente de piernas, caminar y cargas repetitivas, manejo manual de cargas y estibas a una altura de hasta 2.25 metros, este trae un riesgo elevado de riesgo ergonómico con base al análisis previamente realizado (el desarrollo y diseño del área de trabajo es considerando el análisis del riesgo detectado y que es necesario corregir).

- Se establece el rediseño para un elevador “elemento seis” que les permitan llegar a la altura requerida 2.25 metros sin realizar sobreesfuerzo físico, “la altura promedio de la tarima es de 2.25 metros hasta la colocación de su última caja”. Para esto se consideró el diseño de un elevador “escalera”, con el fin de facilitar la operación y evitar que las cargas lleguen a estar por encima de la altura de los hombros.
- El primer diseño de la escalera es con una altura de 70 cm de altura para la colocación de cajas a partir de la cuarta cama de estibas de caja. la primera cama se realiza a una altura de 15 cm sobre el suelo, considerando solo la altura de la tarima de madera en la que se armara el pallet, la segunda cama esta entre 60 cm, para estas dos se realizan pequeñas flexiones del cuerpo para realizar el acomodo por lo cual fue fundamental establecer el tipo de cargas a nivel de suelo para evitar alteraciones musculoesqueleticas en el empacador, la tercera cama se realiza a una altura de 105 cm lo cual le permite al empacador mantener la espalda recta sin necesidad de inclinarse para hacer el acomodo y sin la necesidad de realizar el levantamiento del producto, para la cuarta cama el empacador realiza la carga a una altura de 150 cm en promedio por lo que es necesario hacer el uso de la escalera con el fin de no llevar la carga por encima de los hombros, la quinta cama de la estiba se realiza a una altura promedio de 195 cm al nivel del suelo, pero con el uso de la escalera el esfuerzo se realiza a 130 cm en promedio.
- El segundo diseño de la escalera es con una altura de 90 cm, (la altura de cada escalón es de 22.5 cm, con base de 22.5 cm para la colocación del pie, y para el cuarto escalón la base es de 80 cm para que el empacador pueda girar y pisar firmemente sin riesgo de caídas), este diseño contempla un barandal para brindar un soporte al empacador, así como la seguridad para agarre al momento de bajar de ella. Este diseño en especial fue considerado para estibas mayores a 230 cm (pallets de exportación que requieren seis camas de altura), el último escalón de la escalera está a 90 cm, lo cual le permite al empacador realizar la carga a 140 cm, sin que se rebase la altura de los hombros al realizar la carga y el acomodo del producto para su posterior empaque.

Las escaleras fueron diseñadas con ruedas para su desplazamiento a través del empuje y arrastre del mismo, y seguros para evitar su desplazamiento al momento de su uso, además de la presión de las ruedas al momento de ejercer carga sobre la misma escalera (el peso del empacador permite que baje la escalera para evitar su movimiento).

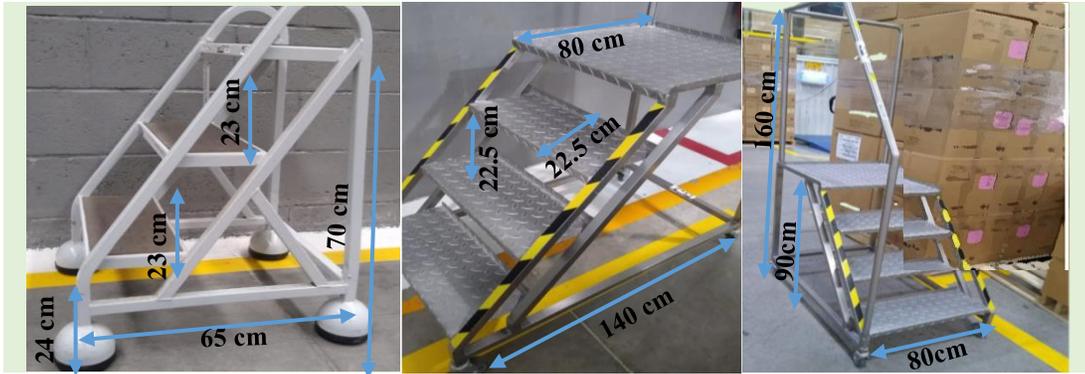


Figura 31: Elevador para estiba y acomodo de cajas (elemento 6)

El establecimiento de componentes para el empaque de pallet “elemento 7” (ver figura 32) fue tomando en consideración por la naturaleza de las operaciones ya que este se centra en la evaluación del riesgo tanto en posturas dinámicas como en estáticas, la operación es realizada de pie con flexión frecuente de piernas, caminar y cargas repetitivas, este trae un riesgo elevado de riesgo ergonómico con base al análisis previamente realizado.

Para la corrección de las posturas inadecuadas y el riesgo ergonómico causado los siguientes criterios.

- Se verifica la condición de empaque y se determina en cambio de actividades en el empaquetador, así como la forma en la que se realiza la operación, para esto se considera un empaquetador manual que ayuda al personal a realizar la actividad sin necesidad de hacer movimientos de flexión de músculos que pudieran originar una lesión musculoesquelética o daños en las manos por el giro de la bobina del playo (quemar y dañar las manos por el giro de la bobina “al realizarse el empaque sin uso de guantes, y girar la bobina se causa daño directo en las manos como quemaduras y cortes en las palmas de las manos”)
- Para evitar condiciones inadecuadas para el empaque (doblar la espalda y realizar movimientos dinámicos alzando y girando la bobina de empaque con un peso promedio de 13 kg y girando a través del pallet desde 0 a 220 cm). Se establece que el empaque solo sea entre la tercera y cuarta cama realizando un cinturón al pallet. Esta actividad es a la altura de los brazos de los 105 cm hasta los 150 cm, sin que el operador realice algún esfuerzo en la altura y el peso de la bobina de playo al realizar dicha actividad.

- Adicional a la implementación de emplayadoras manuales se consideró la compra de bobinas más pequeñas con los proveedores de estas películas, bajando desde los 13 kilos que tenía la bobina, hasta los 1.5 kilos (disminuyendo 11 kilogramos por bobina de película plástica “playo”), sin representar alguna implicación económica ya que se buscó que el costo y el diseño del nuevo material fueran equivalentes al original en cuanto a la cantidad de película plástica contenida en la bobina.
- El ayudante de empacador lleva la tarima ya armado con ayuda de patín eléctrico a las emplayadoras automatizadas para realizar el empaque total de la tarima “pallet.



*Figura 32: Emplayador manual (elemento 7)*

### 3.10.2 Mejora y comparativo de actividades ejecutadas

El plan para la implementación de la mejora fue llevado a cabo mediante cinco etapas, se mencionan a continuación:

- Diagnóstico inicial: En esta etapa se consideraron las condiciones ergonómicas que afectaban al trabajador y eran necesario corregir (diagnosticando una clasificación del riesgo que se obtendría después de la implementación del puesto de trabajo) considerando herramientas ergonómicas (REBA, RULA, OWAS y NIOSH) que apoyan a la buena ejecución de las actividades, de las operaciones y evitar lesiones musculoesqueléticas (problemas de salud por riesgo disergonómico) en los empacadores.
- Desarrollo del aporte: Diseño y simulación mediante software Flexim que ayudo a determinar los componentes a ser diseñados considerando objetos con medidas estándar que facilitan la operación sin poner en riesgo las condiciones ergonómicas del empacador, haciendo las actividades con mayor facilidad y obteniendo mejora en la productividad de las personas (ver resultados en la sección 3.10.3).
- Mejorar puesto de trabajo ergonómico (implementación de equipos): Se establecieron los componentes diseñados (contenedor de bolsas, soportes metálicos “bases”, soportes de bascula, elevadores “escaleras”, emplayadores manuales) para el diseño del puesto de trabajo ergonómico, corrigiendo las malas posturas empleadas por los empacadores. El puesto de trabajo se adaptó a la medida del empacador, mediante el correcto diseño, teniendo en cuenta sus limitaciones (baja productividad, absentismo, desmotivación, accidentes, errores) (ver resultados obtenidos en la sección 3.10.3)
- Mejora y comparativo de actividades ejecutadas (sección 3.10.2): Se realizó el comparativo de las operaciones de antes y después de la mejora (puesto de trabajo, considerando aspectos ergonómicos), se enfatizó en las seis operaciones de riesgo ergonómico elevado analizadas previamente (Colocación de bolsas, Agarre de bolsa y colocación en bascula para pesado, Acomodo de producto, Carga del producto y transporte a tarima, Estiba y acomodo de cajas en tarimas, Emplaye), analizando las mejoras implicadas para cada operación, considerando la facilidad en la que se realizan las operaciones, el esfuerzo para realizar cargas, el tiempo empleado en las actividades, el aumento de productividad del empacador.
- Evaluar la efectividad de la mejora: Seguimiento a encuestas para conocer la satisfacción de las personas con base los componentes implementados en el puesto de trabajo, los métodos de seguimiento y verificación de la limpieza, cursos tomados y seguimiento a calificaciones obtenidas de en las encuestas, con el fin de buscar la mejora.

El plan de mejora integra la decisión estratégica sobre cuáles son los cambios en los puestos de trabajo, dicho plan además de servir de base para la detección de mejoras, permite el control y seguimiento de las diferentes acciones a desarrollar, así como la incorporación de acciones correctoras ante posibles contingencias no previstas. El plan de mejora elaborado para la implementación de puesto de trabajo ergonómico, permite tener de una manera organizada, priorizada y planificada las acciones de mejora. Su implantación y seguimiento van orientados a aumentar la calidad en el proceso desempeñado (empaque y embalaje de tapas y asas plásticas). A continuación, se muestra el comparativo de las mejoras implementadas (elementos diseñados), para corregir cada una de las etapas que presentaban alto riesgo disergonómico en los empacadores.

## Colocación de bolsas

Para el método de colocación de bolsas se muestra el antes y después de la mejora (ver figura 33) evaluado con el método de REBA, este análisis demostró que el nivel de riesgo ergonómico para este método se consideraba medio antes de la mejora. Para esto fue necesario adaptar el contenedor de bolsa y el soporte de las cajas a una altura adecuada (altura mínima de 90 cm), esto ayudo a disminuir el riesgo ergonómico a un nivel bajo con base al análisis presentando en el método de REBA.

Como se muestra en la imagen la operación se realiza con mayor facilidad evitando que el empacador doble la espalda y haga flexiones extremas para lograr alcanzar las bolsas y poder colocarlas en la caja que contendrá el producto, antes la altura de las bases y contenedor de bolsas no eran acordes a la operación lo que complicaba el trabajo de los empacadores, ocasionando lentitud en la operación y el riesgo elevado por lesiones musculoesqueléticas (ver imagen antes de la mejora).

El contenedor de bolsas se diseñó a una altura de 90 cm, esto le permite al empacador solo estirar el brazo para poder alcanzarlas sin realizar esfuerzo físico y estiramiento tanto en brazos o flexión extrema de la espalda “elemento 1 diseñado”, y la construcción de los soportes metálicos “elemento 2 y 3 diseñados” que le permite tener una altura adecuada la caja de cartón para la colocación de bolsa (ver imagen después de la mejora).

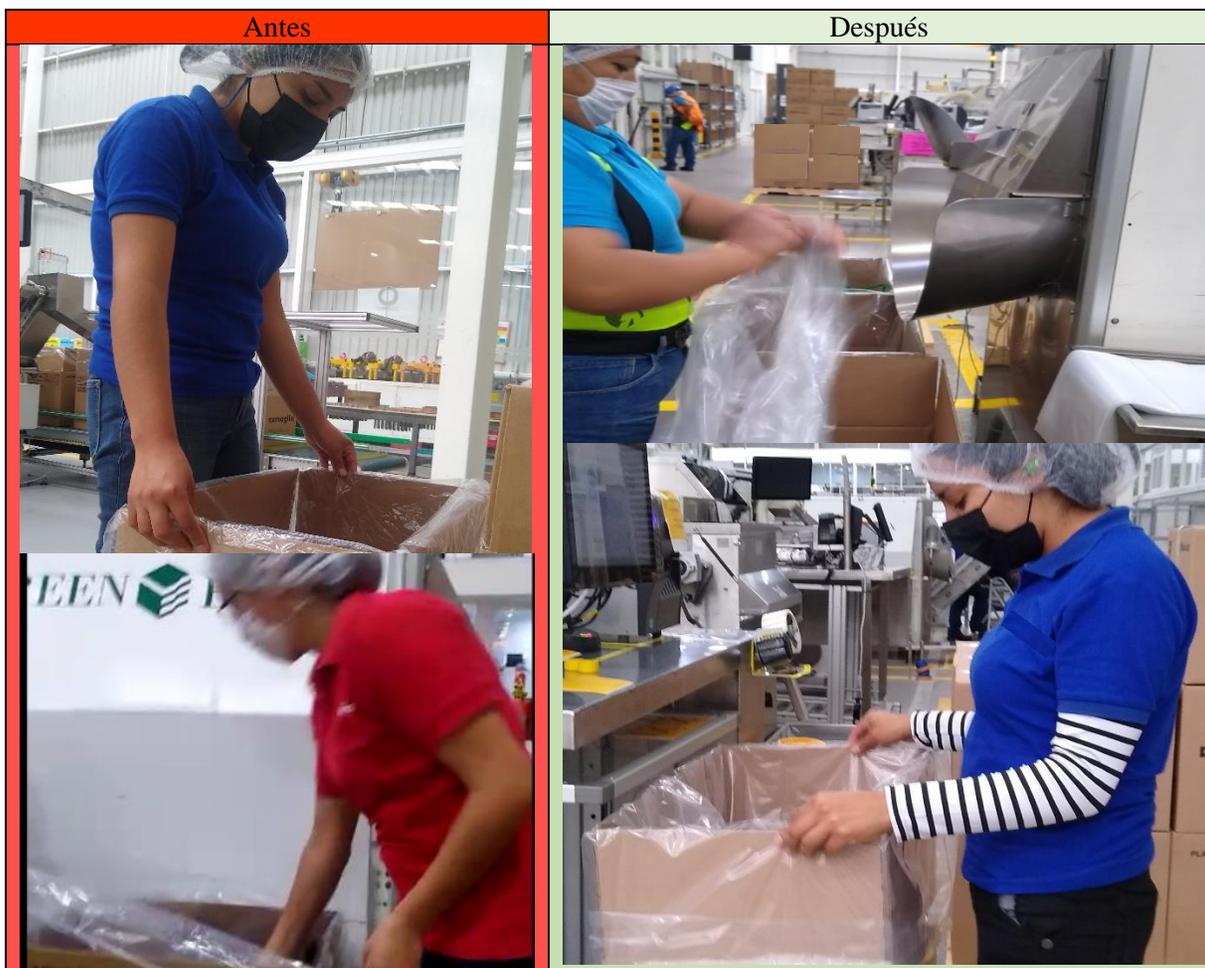


Figura 33: Mejora del puesto de trabajo (Contenedor de bolsas “elemento 1”, Soportes metálicos “elemento 2, elemento 3” )

### Agarre de bolsa y colocación en báscula para pesado

Para el método de agarre de bolsa y colocación en báscula para pesado, se muestra el antes y después de la mejora (ver figura 34) evaluado con el método de REBA y RULA, este análisis demostró que el nivel de riesgo ergonómico para el método REBA se consideraba alto antes de la mejora y para el método RULA una clasificación de riesgo tres. Para esto fue necesario adaptar el soporte de las cajas a una altura adecuada (altura mínima de 90 cm), logrando disminuir el riesgo ergonómico a un nivel bajo con base al análisis presentando en los métodos ergonómicos mencionados.

Como se muestra en la imagen la operación se realiza con mayor facilidad evitando que el empacador realice cargas incorrectas con agarres malos en el objeto, así como movimientos de pronación y supinación extrema tanto en hombros como en manos y poder colocar la caja que contiene el producto en la báscula para su peso y contabilización del material, antes la altura de las bases y contenedor tanto de los soportes de las cajas y bascula, no eran acordes a la operación lo que complicaba el trabajo, ocasionando lentitud en la operación y el riesgo elevado por lesiones musculoesqueleticas en espalda y brazos (ver imagen antes de la mejora). Los soportes metálicos diseñados “elemento 3 y 4”, le permite al empacador realizar una carga correcta con agarre adecuado del material, sin realizar esfuerzo físico y estiramiento tanto en brazos o flexión extrema de la espalda (ver imagen después de la mejora).



Figura 34: Mejora del puesto para garre de bolsas y colocación en báscula para pesado (Soporte metálico “elemento 3”, Soporte metálico de báscula “elemento 4”)

## Acomodo de producto

Para el método de agarre de bolsa y colocación en báscula para pesado, se muestra el antes y después de la mejora (ver figura 35) evaluado con el método de RULA, este análisis demostró que el nivel de riesgo ergonómico alto antes de la mejora con una clasificación de riesgo tres. Para esto fue necesario adaptar el soporte de las cajas a una altura adecuada (altura mínima de 90 cm), logrando disminuir el riesgo ergonómico a un nivel bajo con base al análisis presentando en el método ergonómicos mencionado. Si el ciclo de trabajo es largo se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares, en este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura para evaluar la exposición de los empacadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos músculoesqueléticos en los miembros superiores del cuerpo, tales como las posturas adoptadas, la repetitividad de los movimientos, la fuerza aplicada o la actividad estática.

Como se muestra en la imagen la operación se realiza con mayor facilidad evitando que el empacador realice movimientos de flexión extrema tanto en hombros, como en manos, espalda y cuello y poder realizar el acomodo de producto, pasa su posterior sellado y etiquetado de producto que contiene, antes la altura de las bases y contenedor tanto de los soportes de las cajas y bascula, no eran acordes a la operación lo que complicaba el trabajo, ocasionando lentitud en la operación y el riesgo elevado por lesiones musculoesqueléticas en espalda y brazos al tener que inclinarse para poder hacer la actividad por debajo de la altura promedio de la espalda (ver imagen antes de la mejora).

Los soportes metálicos diseñados “elemento 5”, le permite al empacador realizar una operación correcta, sin realizar esfuerzo físico y estiramiento tanto en brazos o flexión extrema de la espalda, el soporte ayudo al empacador a realizar la actividad a una altura de 90 cm, (ver imagen después de la mejora). Por medio del elemento implementado se ayuda al personal a realizar las actividades con menor esfuerzo, y en menor tiempo a que se empleaba (ver comparativo en sección 3.10.3), el personal mantiene una espalda recta al realizar la operación, además de la altura de la caja permite realizar la operación sin supinación o pronación extrema de las manos.



Figura 35: Mejora del puesto para acomodo de producto “elemento 5”

## Carga del producto y transporte a tarima

La operación de carga de producto y transporte, se muestra el antes y después de la mejora (ver figura 36) evaluado con el método de REBA “obteniendo una clasificación de riesgo alto”, OWAS “nivel de riesgo que requiere acciones lo antes posible” y NIOSH “condiciones regular para el manejo de carga, se corre riesgo de lesión”, este análisis demostró que el nivel de riesgo ergonómico alto antes de la mejora. Para esto fue necesario adaptar el soporte de las cajas a una altura adecuada (altura mínima de 90 cm), logrando disminuir el riesgo ergonómico a un nivel bajo con base al análisis presentando en los métodos ergonómicos mencionados. Así como el impacto directo en la operación al momento de realizar la carga de producto.

Como se muestra en la imagen la operación se realiza con mayor facilidad evitando que el empacador realice movimientos de flexión extrema tanto en hombros, como en manos, espalda, cuello, piernas, peso inestable de la carga y poder realizar la carga y el transporte del producto hacia la tarima de madera. Antes la altura de las bases y contenedor tanto de los soportes de las cajas y bascula, no eran acordes a la operación lo que complicaba el trabajo, ocasionando lentitud en la operación y el riesgo elevado por lesiones musculoesqueleticas en espalda y brazos al tener que inclinarse para poder hacer la actividad de carga de producto “método incorrecto de carga de cajas” (ver imagen antes de la mejora). El soporte fabricado y la capacitación para el manejo de cargas logro la corrección de la actividad, ayudando al empacador a tener mayor control sobre la carga y disminuyendo el riesgo de daño musculoesqueletico (ver imagen después de la mejora).



Figura 36: Mejora en el método de cargas y transporte de producto

### Estiba y acomodo de cajas en tarima

El esfuerzo que se realizaba en la actividad de estiba y acomodo de cajas en tarimas, requería un esfuerzo físico con riesgos elevados para afectaciones ergonómicas con base a los análisis realizados mediante los métodos de RULA, OWAS y NIOSH (ver figura 37). Para esto fue necesario adaptar el soporte de las cajas a una altura adecuada (altura mínima de 90 cm), la capacitación y seguimiento al buen manejo de cargas, logrando disminuir el riesgo ergonómico a un nivel bajo con base al análisis presentando en los métodos ergonómicos mencionados. Así como el impacto directo en la operación al momento de realizar la carga de producto.

Como se muestra en la imagen la operación se realiza con mayor facilidad evitando que el empacador realice movimientos de flexión extrema tanto en hombros, como en manos, espalda y cuello y poder realizar la carga, el acomodo de producto, los soportes de las cajas, no eran acordes a la operación lo que complicaba el trabajo, ocasionando lentitud en la operación y el riesgo elevado por lesiones musculoesqueleticas en espalda y brazos al tener que inclinarse para tomar las cajas de producto y realizar las cargas por encima de la altura de los hombros (ver imagen antes de la mejora).

El soporte metalico “elemento 5” ayudo al empacador a realizar la actividad a una altura de 90 cm, además del correcto manejo de cargas (ver imagen después de la mejora), el personal mantiene una espalda recta al realizar la operación, además de la altura de la caja permite realizar la operación sin supinación o pronación extrema de las manos, esfuerzos físicos y lesiones en la espalda.



Figura 37: Mejora del puesto para estiba y acomodo de producto “elemento 6”

El diseño de componentes para el puesto de trabajo ergonómico para estiba y acomodo de cajas considerando “elemento 6” (ver figura 37). Se establece el rediseño para un elevador que les ayuda a llegar a la altura requerida 2.25 metros sin realizar sobreesfuerzo físico, “la altura promedio de la tarima es de 2.25 metros hasta la colocación de su última caja”. Para esto se consideró el diseño de un elevador “escalera”, con el fin de facilitar la operación y evitar que las cargas lleguen a estar por encima de la altura de los hombros, lo cual le permite al empacador mantener la espalda recta sin necesidad de inclinarse para hacer el acomodo y sin la necesidad de realizar el levantamiento del producto por encima de la altura de los hombros. Las ruedas implementadas en las escaleras les permiten realizar un desplazamiento fácil a través del empuje y arrastre del mismo, reduciendo el nivel de riesgo ergonómico del empacador a niveles aceptables de riesgo.

## **Emplaye**

Para el método de emplaye de la tarima ya armada (pallet), se muestra el antes y después de la mejora (ver figura 38) evaluado con el método de REBA y RULA, este análisis demostró que el nivel de riesgo ergonómico medio antes de la mejora con una clasificación de riesgo dos para el método de REBA y con un nivel elevado para el método de RULA con riesgo dos de acuerdo a su categoría. Para esto fue necesario adaptar emplayadores manuales y cambiar el método ejercido para esta operación, logrando disminuir el riesgo ergonómico a un nivel bajo con base al análisis presentando en el método ergonómicos mencionado.

Como se muestra en la imagen la operación se realiza con mayor facilidad evitando que el empacador realice movimientos de flexión extrema tanto en hombros, como en manos, espalda y cuello y poder realizar el emplaye de las tarimas “palets” solo realizando cinturón entre las camas de producto para evitar su movimiento, pasa su posterior envió a la emplayadoras automáticas.

El método que anteriormente se empleaba no era acorde a la operación lo que complicaba el trabajo, ocasionando lentitud en la operación y el riesgo elevado por lesiones musculoesqueleticas en espalda, brazos y manos al tener que inclinarse para poder hacer la actividad por debajo de la altura promedio de la espalda, haciendo cargas malas al estar girando el playo en toda la tarima con peso de más de 13 kg hasta llegar por encima de los brazos para el emplaye total del producto (ver imagen antes de la mejora). El empacador presentaba lesiones constantes en las manos por el giro de la bobina del playo (la fricción ocasionada por el movimiento generaba raspaduras y quemaduras en las manos).

Los emplayadores manuales implementados “elemento 7”, le permiten al empacador realizar una operación correcta, sin realizar esfuerzo físico y estiramiento tanto en brazos o flexión extrema de la espalda, el soporte ayudo al empacador a realizar la actividad a una altura considerable, sin exceder la altura de los hombros, (ver imagen después de la mejora). Por medio del elemento implementado se ayuda al personal a realizar las actividades con menor esfuerzo, y en menor tiempo a que se empleaba, el personal mantiene una espalda recta al realizar la operación, además de la altura de la caja permite realizar la operación sin supinación o pronación extrema de las manos.

El peso promedio del rollo de playo se redujo hasta los 1.5 kg en promedio, ayudando al empacador a tener una carga correcta, para la sujeción del material y acomodo del pallet (se realiza solamente un cinturón de playo entre la cama número tres y número 4 para dar estabilidad a la tarima, para tarimas con seis camas, se realiza en cinturón desde la cama 3, 5 y 5, para dar estabilidad al producto al ser trasladado a las emplayadoras automáticas) (ver imagen despues de la mejora).

Se han establecido son tipos de emplayadore manuales, los de muñeca y los de soporte, los de muñeca son usados para las tarimas de seis camas, ya que se tiene que alzar las manos hasta la altura de los hombros en promedio para poder realizar un emplaye correcto, y los emplayadores de soporte se utilizan cuando hay productos de cinco camas, para dar firmeza y poder ejercer presión a la tarima.

Para realizar el emplaye total de la tarima, el ayudante de operador se apoya mediante un patín y se traslada a la zona de emplayadoras automáticas (antes solo se emplayaban tarimas de máquinas de impresión), esto facilita la operación, haciendo fluida la actividad y evitando que las personas tengan complicaciones musculoesqueleticas al realizar las actividades de empaques y embalajes de tapas y asas plásticas.



Figura 38: Mejora del proceso de emplaye “elemento 7”

### 3.10.3 Evaluar la efectividad de mejora

Mediante el uso de la plataforma SharePoint implementada en la organización, se diseñó un plan de capacitación en los que se enfoca a la cultura de la inocuidad y la parte ergonómica implementada, para el plan de capacitación de todo el personal, se obtuvo el apoyo del personal de Recursos Humanos y Seguridad y Salud en Trabajo, este mecanismo implementado ayudo a dar seguimiento a cada persona para poder asegurar sus conocimientos para la operación de las actividades que le corresponden dentro del proceso de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas, así como seguimiento de la formación y capacitación empleada para el puesto de trabajo implementado (ver figura 39).

Mediante el uso de SharePoint se dio seguimiento al programa de capacitación ya que por temas actuales de Covid 19, no fue posible llevar acabo el seguimiento presencial al 100%. (El puesto de trabajo considerado se realizó acorde a la necesidad de la operación considerando los cuatro métodos ergonómicos previamente mencionados en este documento, así como el seguimiento de la metodología de seis simas “DMAIC”, para dar soporte lógico al desarrollo del trabajo empleado).

The image shows a SharePoint interface for food safety training. The main header is 'Inocuidad' and the sub-header is 'Inducciones y Capacitaciones de Inocuidad'. A grid of 12 training modules is displayed, each with a colorful abstract background and a title. The modules are: 'Relación de la Microbiología con la Inocuidad', 'PRE-REQUISITOS ISO TS/22002-4', 'Food Defense', 'Food Fraud', 'Mi estación de trabajo (test de ergonomía)', 'Equipo Inocuidad', 'POES', 'Requisitos Adicionales FSSC', and 'HACCP'. A survey form titled 'Cuestionario mejoras en mi área de trabajo' is overlaid on the right side of the grid. The survey form includes a title bar with 'SharePoint' and 'Asoc Luis Rodriguez Armenta'. The main title of the survey is 'Cuestionario mejoras en mi área de trabajo'. Below the title, there is a section titled 'Estación de trabajo (diseño ergonómico)' with a 'Finish' and 'Cancel' button. The survey form includes fields for 'Nombre completo' and 'Fecha'. The survey questions are: 1. '¿Consideras que el uso de la escalera ergonómica ha facilitado la actividad de estiba de cajas?' with options a) Si (a facilitado mi trabajo), b) No (a lo hago a mi manera es más rápido), c) Se aumenta la cantidad de trabajo al estar jalando el equipo, d) Prefiero hacerlo como antes. 2. '¿Consideras que el apoyo del operador o ayudante, para el empaque de tarimas, es de gran utilidad?' with options a) Si (a facilitado mi trabajo), b) No (a lo hago a mi manera es más rápido), c) Se aumenta la cantidad de trabajo al lidiar con mi operador, d) Prefiero hacerlo como antes. 3. '¿La operación realizada actualmente (considerando la mejora), te ha permitido reducir el cansancio y el estrés?' with options a) Si (a facilitado mi trabajo), b) No (a lo hago a mi manera es más rápido), c) Se aumenta la cantidad de trabajo al lidiar con mi operador, d) Prefiero hacerlo como antes. There is a 'Caja de comentarios para la mejora' field on the right side of the survey form.

Figura 39: Cuestionario de ergonomía realizado para asegurar las competencias de los empaques

## Seguimiento a métodos ergonómicos empleados

La implementación del puesto de trabajo mediante métodos ergonómicos son las siguientes:

- El 11% aplicando el método de NIOSH, sistema que ayudo a evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga. Disminuyendo los valores de riesgos a niveles aceptables, ayudando a los empacadores a no sufrir lesiones de espalda, sobreesfuerzos y levantamientos innecesarios, logrando tener cargas menores y métodos correctos para el manejo de las mismas.
- El 20% considerando el método de REBA, ayudando a corregir las posturas inadecuadas, fuerzas ejercidas, repetitividad, disminuyendo los riesgos ergonómicos asociados por condiciones posturales individuales en el cuerpo completo.
- El 31% considerando el método de RULA, ayudando a corregir las posturas inadecuadas, fuerzas ejercidas, repetitividad, disminuyendo los riesgos ergonómicos asociados por condiciones posturales individuales en extremidades superiores del cuerpo.
- La implementación del 38% considerando el método de OWAS, sistema que logro valorar los riesgos de las cargas físicas de las posturas adoptadas y su evaluación postural del empacador, ayudando a establecer las condiciones de cargas, los componentes y desarrollo del puesto de trabajo para realizar cargas fáciles, con métodos adecuados, facilitando la operación y disminuyendo el riesgo de lesión por condiciones inadecuadas de ergonomía en el puesto de trabajo.

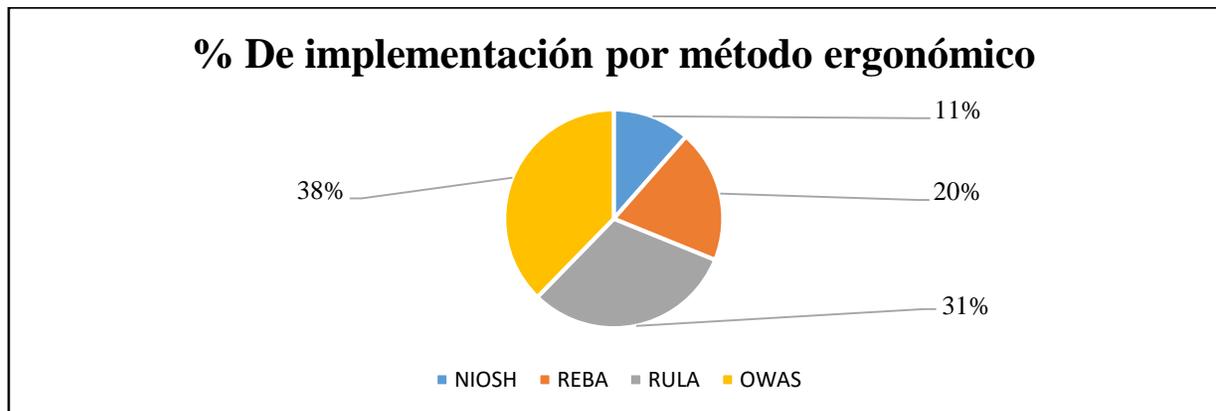


Figura 40: % de implementación y seguimiento por método ergonómico implementado

## Gráfico y análisis de los datos de participación del personal

El 55% de las respuestas a los cursos y capacitaciones tomadas pertenecen al género masculino, el 37% de las respuestas a los cursos y capacitaciones tomadas por parte del personal femenino (la participación del personal dentro de la primera etapa de capacitación, representan el 92% de la población considerada), el 8% de las personas no concluyeron las capacitaciones, estas se dividen en 5% Hombres y 3% mujeres (estas personas fueron consideradas en la segunda etapa de capacitación para tener el 100% de personal capacitado).



Figura 41: % de participación de cursos

### Seguimiento de calificaciones obtenidas

Al contar con el 100% de la participación del personal considerado en este estudio, se continuo con el seguimiento a los puntajes obtenidos, con el fin de evaluar la efectividad de las mejoras, de los cuestionarios y cursos contestados, así como tener el indicador de cada puesto de trabajo en términos de ergonomía y poder continuar con la capacitación de las personas en las áreas donde se detectan valores bajos, hasta logara tener calificaciones mayores a 90 en cada persona y lograr el entendimiento y cultura para realizar la operación con las mejoras implementadas.

Las 20 líneas donde se realiza el empaque y embalaje de tapas y asas plásticas se dividieron en ocho familias según en nombre de la máquina (Línea 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10. Línea 6, 7, 8, 11, 12. Ensamble, Impresoras. Marcaje laser, Cortadoras, Intravis, Tampografía), se dio seguimiento a cada área / puesto de trabajo (ver figura 42), y controlar el nivel de entendimiento a las capacitaciones y cursos tomas, hasta lograr establecer y conocer los conceptos aplicados en la mejora de Seis Sigma y los métodos ergonómicos indirectos previamente descritos.

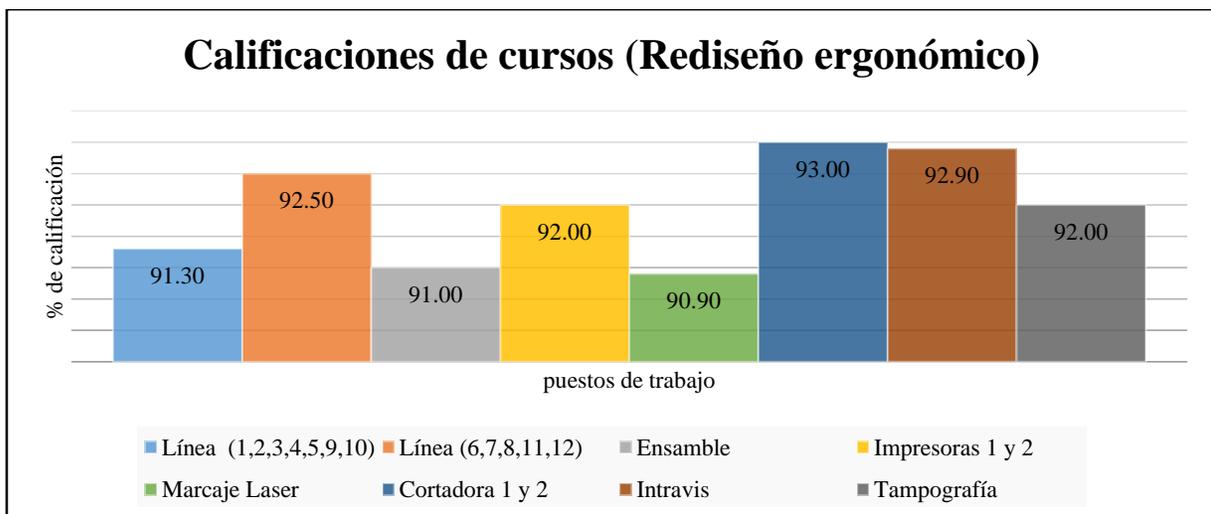


Figura 42: Calificaciones de cursos por puestos de trabajo

### **Cursograma (antes y después de la mejora)**

La evaluación de la efectividad se midió a través de un comparativo entre el estudio de operaciones que antes se ejecutaban contra las que se realizan después de la implementación de la mejora (ver figura 43). Este comparativo demuestra las mejoras del método implementado, evalúa, valida y ayuda a verificar la efectividad de la mejora.

Se logró disminuir una operación pasando de 34 a 33 actividades, se eliminó un transporte pasando de 12 a 11 recorridos, las inspecciones se mantienen debido a la complejidad del proceso (comprobación de aspectos de calidad e inocuidad durante el proceso de empaque y embalaje), las esperas se mantienen pero se aumenta en 25 segundos lo que ayuda al empacador a mantener un mayor control en la operación con lapsos de descanso ayudando a reducir el estrés y estar más alerta de la operación, el almacenaje se mantiene.

El impacto obtenido por la mejora descrita es el aumento de la productividad de la operación en un 19.14% mejorando el tiempo en el que se realiza la operación de empaque y embale de las tapas y asas plásticas, confirmando el objetivo que se estableció de aumentar el 8% de la productividad de la operación por parte de los empacadores.

El impacto que tuvo también es el aumento en la fabricación de piezas, pasando de 1,700,000 piezas por turno a 1,785,000 piezas en el mismo tiempo empleado por el personal a cargo de la operación. Es decir, productividad es la relación entre el producto y los recursos utilizados. Con esta relación podemos expresar la productividad tanto de los materiales, del factor humano, de las maquinarias o de todos los factores juntos.

A pesar de que el objetivo fue aumentar la productividad en el factor humano, se demuestra que el uso de las herramientas ergonómicas empleadas y la metodología DMAIC, ayudan a mejorar los procesos obteniendo beneficios en el proceso empleado derivado de la mejora continua.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO (ANTES)									
Hoja N° 1_1_ De: 1_1_ Diagrama N°: 1_1_ Operar. 16 Mater. 1 Maquinas 20									
Proceso: Empaque y embalaje		RESUMEN							
Fecha: 09/02/2021		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio Inicia: inyección		●	Operación	34		0%			
Método: Actual: sin ergonomía Propuesto: -		→	Transporte	12		0%			
Producto: Tapas y asas plásticas		■	Inspección	8		0%			
Nombre del operario: Empacadores		●	Espera	1		0%			
Elaborado por: José Luis Rodríguez		▼	Almacenaje	1		0%			
Tamaño del Lote: 4 grupos		Total de Actividades realizadas		56		0%			
		Distancia total en metros		82		0%			
		Tiempo min/hombre		9		0%			
NUMERO	Descripción del proceso (actividades)	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	→	■	●	▼
1	1 Tomar caja de estante	1	3	4.9	●	●			
	2 Dirigirse a la línea	1	3	3		●			
2	3 Colocar caja en la base	1		5.2	●				
3	4 Tomar bolsa	1	2	2.98	●	●			
	5 Colocar bolsa	1		4.2	●				
	6 Verificar acomodo de bolsa	1		2.3	●		●		
	7 Tomar caja con bolsa	1		1.0	●				
	8 Posicionar caja para su llenado	1	3	2.1	●	●			
	9 Avanza caja para el llenado	1	2	1.0		●			
4	10 Llenado de caja (s)	1		252.0	●				
	11 Esperar el llenado de la caja	1		1.0				●	
	12 Avanza caja por banda	1	2	3.5	●				
5	13 Tomar tiros (cavidades de inyección)	1	5	85.0	●				
	14 Inspección de cavidades	1		60.0	●		●		
	15 Tomar caja llena	1		3.7	●				
6	16 Llevar a báscula para pesado	1	2	3.9	●	●			
	17 Pesado del producto	1		5.6	●				
	18 Verificación de cantidad de piezas	1		2.3	●		●		
	19 Acomodo de producto	1		1.7	●				
7	20 Acomodo de bolsa para sellar	1		2.9	●				
	21 Acomodo de aletas de la caja	1		2.6	●				
	22 Cerrar pestañas de caja	1		1.3	●				
8	23 Tomar el aplicador de cinta	1	3	1.0	●	●			
	24 Sellar caja con cinta adhesiva	1		2.3	●				
	25 Verificar el sellado de la caja	1		1.1	●		●		
	26 Impresión de etiqueta	1		1.0	●		●		
9	27 verificar color y datos de etiqueta	1		2.3	●		●		
	28 Tomar etiqueta	1		1.1	●				
	29 Colocar etiqueta	1		1.0	●				
10	30 Posicionar caja para carga	1		1.2	●				
	31 Cargar caja	1		1.3	●				
	32 Dirigirse a la tarima	1	4	4.5	●	●			
	33 Colocar caja en la tarima	1		5.3	●				
11	34 Acomodar pallet	1		7.2	●				
	35 Verificar posición de las cajas	1		1.3	●		●		
	36 Dirigirse a zona de playo	1	4.5	5.6	●	●			
	37 Tomar playo	1		1.3	●				
12	38 Regresar al pallet	1	4.5	5.6	●	●			
	39 Emplaye (35 vueltas al pallet)	1	40.25	65.0	●	●			
	40 Verificar tarima (lista para almacenamiento)	1	4	4.0	●	●		●	
Tiempo Minuto: 9.4		m	82.3	564.3	s				

Observaciones:  
El tiempo requerido para realizar una operación completa es mínimo de 311 segundos, sin considerar los 252 segundos requeridos para el llenado de cajas.  
El tiempo de llenado de cajas debe ser similar a la suma de todas las demás actividades ya que se tiene que hacer cambio de caja cada que esta se llena.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO (AHORA)									
Hoja N° 1_1_ De: 1_1_ Diagrama N°: 1_1_ Operar. 16 Mater. 1 Maquinas 20									
Proceso: Empaque y embalaje		RESUMEN							
Fecha: 09/02/2021		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio Inicia: inyección		●	Operación	34	33	-3%			
Método: Actual: sin ergonomía Propuesto: -		→	Transporte	12	11	-8%			
Producto: Tapas y asas plásticas		■	Inspección	8	8	0%			
Nombre del operario: Empacadores		●	Espera	1	1	0%			
Elaborado por: José Luis Rodríguez		▼	Almacenaje	1	1	0%			
Tamaño del Lote: 4 grupos		Total de Actividades realizadas		56	54	-4%			
		Distancia total en metros		82	25	-70%			
		Tiempo min/hombre		9	8	-19%			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	→	■	●	▼
1	1 Tomar caja de estante	1	3	4.9	●	●			
	2 Dirigirse a la línea	1	3	3		●			
	3 Colocar caja en la base	1		2.5	●				
	4 Tomar bolsa	1		1.3	●				
	5 Colocar bolsa	1		3.7	●				
	6 Verificar acomodo de bolsa	1		2.1	●		●		
	7 Tomar caja con bolsa	1		1.0	●				
	8 Posicionar en el soporte metálico	1	1	1.1	●	●			
	9 Avanza caja para el llenado	1	2	1.0		●			
	10 Llenado de caja (s)	1		240.0	●				
	11 Esperar el llenado de la caja	1		1.0				●	
	12 Avanza caja por banda	1	2	2.3	●				
	13 Tomar tiros (cavidades de inyección)	1	3	60.0	●				
	14 Inspección de cavidades	1		50.0	●		●		
	15 Tomar caja llena	1		2.1	●				
	16 Llevar a báscula para pesado	1	0.5	1.5	●	●			
	17 Pesado del producto	1		4.6	●				
	18 Verificación de cantidad de piezas	1		2.3	●		●		
	19 Acomodo de producto	1		1.7	●				
	20 Acomodo de bolsa para sellar	1		2.9	●				
	21 Acomodo de aletas de la caja	1		1.8	●				
	22 Cerrar pestañas de caja	1		1.3	●				
	23 Tomar el aplicador de cinta	1	0.5	1.0	●	●			
	24 Sellar caja con cinta adhesiva	1		2.1	●				
	25 Verificar el sellado de la caja	1		1.1	●		●		
	26 Impresión de etiqueta	1		1.0	●		●		
	27 verificar color y datos de etiqueta	1		1.0	●		●		
	28 Tomar etiqueta	1		1.1	●				
	29 Colocar etiqueta	1		1.0	●				
	30 Posicionar caja para carga	1		1.0	●				
	31 Cargar caja	1		1.3	●				
	32 Dirigirse a la tarima	1	1.5	2.0	●	●			
	33 Colocar caja en la tarima	1		4.3	●				
	34 Acomodar pallet	1		5.9	●				
	35 Verificar posición de las cajas	1		1.3	●		●		
	36 Dirigirse a zona de playo	1	0.5	1.0	●	●			
	37 Tomar playo	1		1.0	●				
	38 Regresar al pallet	1	0.5	1.0	●	●			
	39 Emplaye (35 vueltas al pallet)	1	6.9	11.0	●	●			
	40 Verificar tarima (lista para almacenamiento)	1	0.5	1.0	●	●		●	
Tiempo Minuto: 7.6		m	24.9	455.3	s				

Observaciones:  
Se realiza el proceso de empaque y embalaje del producto en tiempo, aunque se aumentó el ciclo de la máquina para disminuir 12 segundos al llenado de la caja. Los elementos empleados son efectivos y suficientes para la operación, le permiten tener 25 segundos de descanso entre cada cambio de caja.

Figura 43: Cursograma (antes y después de la mejora)

## Comparativo de riesgos ergonómicos (antes y después de la mejora)

La evaluación de la efectividad de los riesgos laborales por condiciones ergonómicas, se midió a través de un comparativo entre el estudio de operaciones que antes se ejecutaban contra las que se realizan después de la implementación de la mejora (ver figura 44). Este comparativo demuestra las mejoras del método implementado, evalúa, valida y ayuda a verificar la efectividad de la mejora.

Los riesgos laborales que representaban alta probabilidad para causar lesiones musculoesqueléticas en las operaciones analizadas al comienzo de este proyecto eran 20 actividades específicas de las cuales el 50% (10 actividades) tenían un riesgo muy elevado para causar daño a los empacadores, después de la implementación de la mejora empleando métodos ergonómicos para el diseño del puesto de trabajo (estaciones / elementos diseñados e implementados), se logró disminuir las probabilidades del riesgo nueve las operaciones se disminuyeron de un riesgo alto a un nivel aceptable del riesgo y las otras 10 a pesar de estar dentro de límites permisibles se disminuyeron a una probabilidad más baja del riesgo, hasta llegar a concluir que no se requieren mejoras dentro de esas actividades específicas, por lo tanto de logro la disminución del 45% de los riesgos críticos hasta niveles aceptables.

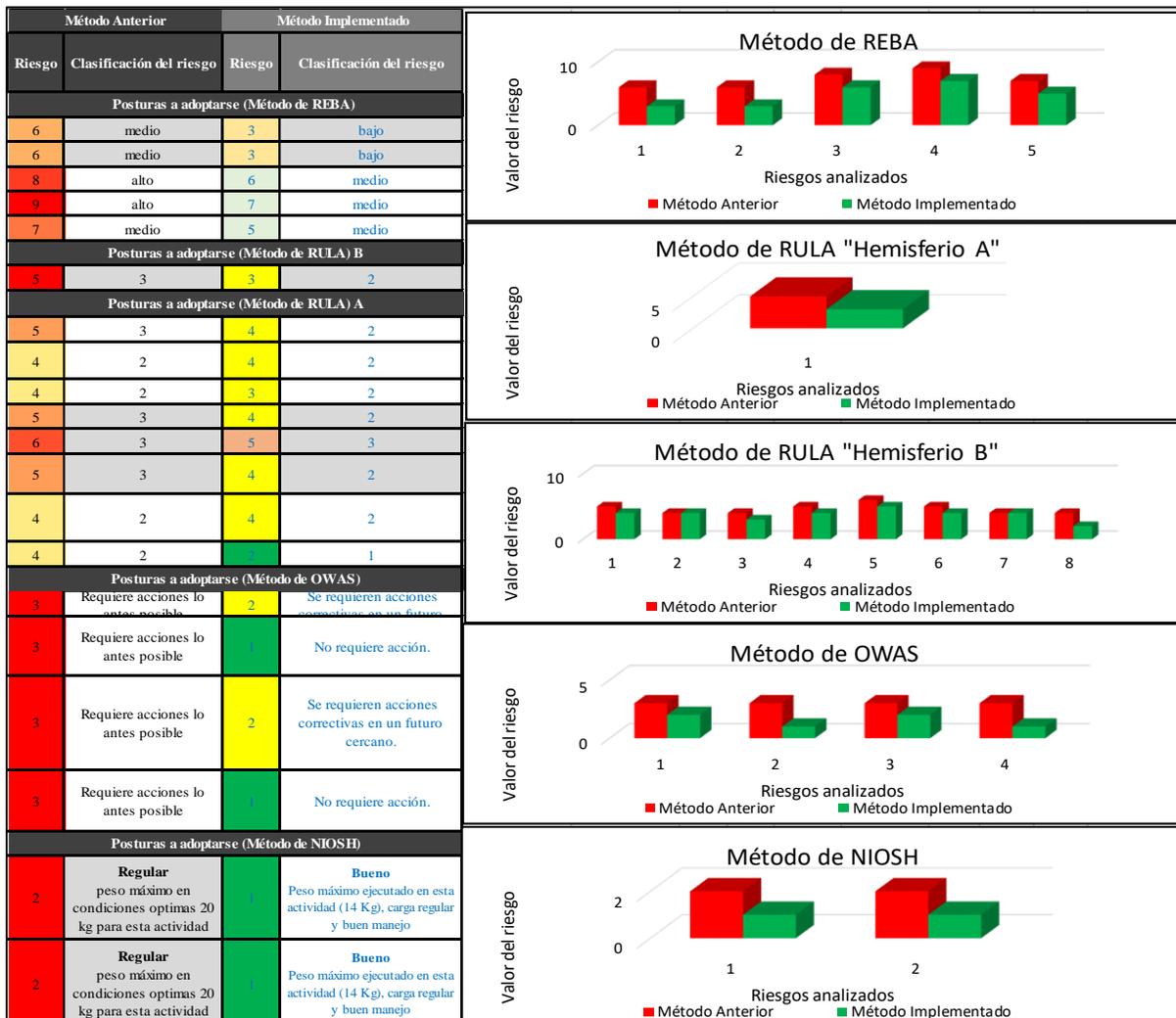


Figura 44: Análisis de la efectividad de mejora por método ergonómico

## Análisis económico

La inversión inicial de la mejora (implementación de elementos) fue de \$ 258,262 MXN + IVA, aumentando tan solo el 0.05% del tiempo al ciclo de la máquina, se logrará pasar del \$ 63,622,425 MXN a una utilidad neta de \$ 63,640,953 MXN, en una sola máquina, lo que representa el retorno total de la inversión en 2 años de producción en tan solo una máquina, la utilidad será representada por la generación de las 19 máquinas adicionales. Representando una ganancia de \$ 352,032 MXN continuando con el método y herramientas implementadas en los puestos de trabajo de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas.

Costos de producción, inversión, utilidad y retorno	
ACTUAL	PROPUESTO DESPUES DE LA MEJORA
<b>Pallets elaborados anualmente</b> <b>3305.55556</b>	<b>Inversión inicial</b> <b>299583.92</b>
<b>Costo anual de fabricación de pallets en maquina 7</b> 14929.87998 Pallet 3305.555556 pallets/año <b>49351548</b>	<b>Pallets elaborados anualmente</b> <b>3305.555556</b> Ciclo actual de la maquina por 3 segundos <b>3322.083333</b> Ciclo propuesta de la maquina derredado de la mejora y del estudio de tiempos y movimiento (se aumenta 0.005% del tiempo en el ciclo), pasando a 3.015 segundos por ciclo (estando dentro de los parametros normales de la maquina sin afectar el proceso e impactar la calidad e inocuidad)
<b>Costo de venta anual</b> 24553.44 pallet 3305.555556 pallets/año <b>81162760</b>	<b>Costo anual de fabricación de pallets en maquina 7</b> 14929.87998 Pallet 3322.083333 pallets/año <b>49598305</b>
<b>utilidad Bruta considerada de costos de fabricación y venta</b> <b>31811212</b> Pesos mexicanos	<b>Costo de venta anual</b> 417408.48 <b>81568574</b> 24553.44 pallet 3322.083333 pallets/año
	<b>utilidad - costo de inversión</b> 299584 Inversión 31970268 Pesos mexicanos <b>31670684</b>
<b>utilidad Bruta considerada para 2 años de costos de fabricación y venta</b> <b>63622425</b>	<b>utilidad Bruta considerada para 2 años de costos de fabricación y venta</b> <b>63640953</b>

Figura 45: Análisis económico, inversión, utilidad y retorno.

# Resultados

Se realizó un análisis del riesgo ergonómico empleando el software ERGONIZA, este software permite realizar la evaluación completa del cuerpo humano además de permitir la evaluación por cada método empleado en este proyecto, asegurando el comparativo del análisis del riesgo entre los métodos empleados ayudando a determinar cuáles son los riesgos requeridos para estar dentro de la valoración ergonómica permisible para desarrollar la actividad, también se aplicó la simulación por medio del software FLEXIM que ayudo a determinar los tiempos a emplear y las herramientas (elementos) a fabricar para la implementación del puesto de trabajo considerando factores ergonómicos.

Dentro del control de la mejora y evaluación de la efectividad de logro dar seguimiento a la implementación de las mejoras, donde se consideraron el 100% de las actividades para el diseño ergonómico de las herramientas (elementos implementados), aplicando el diseño acorde a los sistemas ergonómicos empleados (el 38% de los elementos ayudaron a mantener condiciones ergonómicas adecuadas acorde al método de OWAS, el 31% logro corregir las posturas después de la implementación del método ergonómico de RULA, el 20% del diseño de los métodos empleados consistió en la aplicación del método de REBA, y el 11% de las mejoras implementadas surgió a partir del apoyo del método de NIOSH).

Se contó con una participación del 92% de las personas para la capacitación de manejo de cargas, nuevo proceso y métodos ergonómicos empleados (la programación de la capacitación del 8% de los que no tomaron el curso se programó de manera escalonada hasta lograr el 100% de capacitación a los empleados), el promedio de calificación obtenido por personas fue del 91.95 puntos, el mínimo establecido internamente era del 80 puntos, lo cual refleja una efectividad de las capacitaciones y la forma en la que se realiza la operación.

Se realizó un estudio del antes y después de la mejora del proceso por medio de la representación gráfica de un cursograma analítico en la que se obtuvieron mejoras considerables en las actividades realizadas, logrando disminuir el 3% de las operaciones realizadas, se disminuyó en un 8% los trasportes y/o recorridos en el proceso, disminución general del 4% de las actividades empleadas, la disminución del 70% de distancia empleada originalmente, así como el aumento de las piezas fabricadas por turno debido al aumento en el ciclo de la máquina, pasando de 1,700,000 piezas a 1,785,000 piezas. Además de considerar 25 segundos de descanso entre cada ciclo para que el empacador pueda estar más alerta y evitar la falta de control por el tiempo empleado en la actividad.

Se logró el aumento del 19.14% de la productividad en la actividad realizada para el empaque y embalaje de tapas y asas plásticas, pasando de 9.4 minutos a tan solo 7.6 minutos empleados para la ejecución de todo el ciclo de trabajo. Impactando en el proceso productivo y en el factor humano por medio de la implementación de DMAIC y métodos ergonómicos indirectos. Además de la disminución del 45% de los riesgos ergonómicos de acuerdo a la evaluación ergonómica realizada y los comparativos de los métodos empleados del antes y después de la implementación. Como impacto económico se logrará una utilidad neta de \$352,000 pesos si se continua con la cultura de mejora y de mantenimiento de los métodos empleados.

# Conclusiones

El presente proyecto comprendió un análisis ergonómico del puesto de trabajo para empaque y embalaje de tapas y asas plásticas de la línea de inyección de la empresa de plásticos ubicada en Ixtlahuaca Estado de México, utilizando cuatro diferentes métodos ergonómicos y la metodología DMAIC, en función de su adecuación para estudiar dichos puestos, lo que arrojó resultados más profundos y certeros al estudio.

Después de realizar los estudios correspondientes en el proceso de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas, se determina que el problema del proceso productivo/operativo radicaba en las condiciones inadecuadas del puesto de trabajo ya que no se cumplía con las condiciones ergonómicas que le permitieran al empacador mantener su integridad física, con base a los datos históricos en los últimos dos años se tuvieron nueve reportes de lesiones y / o accidentes en el área de producción, entre los que destacan, caídas, dolor de espalda, lesión en los brazos, etc. Por lo que fue necesario realizar el análisis de las causas de estos riesgos laborales.

Los trabajadores del área de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas se ven más afectados por los problemas que implica el movimiento de cargas dicho análisis se puede validar mediante la aplicación del método de RULA, REBA, OWAS, NIOSH. No obstante, también los problemas por malas posturas tienen su afección en esta área debido a las operaciones con alto riesgo ergonómico al momento de ser desempeñadas.

El uso de la metodología propuesta entre  $6\sigma$  (Metodología DMAIC) y métodos ergonómicos indirectos (RULA, REBA, OWAS, NIOSH), siguió una estructura de forma estratégica para poder entrelazar los aspectos de estas metodologías de forma ordenada, llegando a tener una estructura coherente para el estudio, análisis y desarrollo del proyecto.

Con la realización del proyecto se logró a través de las metodologías empleadas en conjunto, se logró detectar qué miembros del cuerpo se encontraban afectados en cada una de las tareas, y la exposición (probabilidad de que el riesgo ergonómico afectaba al empacador) de acuerdo con esto, se generaron propuestas que corrigen o evitan esas afecciones (diseño ergonómico del puesto de trabajo). Los diferentes resultados de los métodos usados fueron interpretados de una única forma: verde, amarillo o rojo, en función del nivel de riesgo asociado a cada uno de los puestos de trabajo. Esta forma de analizar los resultados sirve para trabajos futuros, ya que esta metodología incluye utilización de más de un método de evaluación ergonómica apoyado de la metodología DMAIC, lo que resulta más preciso, debido a la variedad de tareas que puede existir dentro de una planta de producción.

De igual forma la metodología propuesta de  $6\sigma$  (Metodología DMAIC) y métodos ergonómicos indirectos (RULA, REBA, OWAS, NIOSH), aplicada sirve como plan de control ergonómico en el área general de la industria, donde es posible añadir un nuevo indicador, que mida los riesgos en cada uno del puesto de trabajo tal como se realizó en este proyecto.

Las propuestas que se generaron fueron hechas buscando siempre la mejora continua en los procesos hasta poder tener grandes impactos positivos. Para lograrlo se utilizó la antropometría, que permitió crear propuestas en función de las dimensiones de los trabajadores y adaptar el medio de trabajo a ellos (los soportes metálicos, los soportes de basculas, las escaleras, y los elementos implementados en la mejora de este proceso se adoptó de manera que le permitieran al emparador realizar sus funciones adaptándose a su antropometría de las personas acorde al área geográfica en donde se desarrolló el proyecto y a la actividad realizada para poder mitigar el riesgo ergonómico al que estaban expuesto). De igual forma se incluyeron conocimientos de la ingeniería de métodos, para estudiar el “cómo se hace” y “por qué” de cada uno de los puestos de trabajo.

Las mejoras planteadas a través del análisis ergonómico y el seguimiento de la estructura DMAIC, lograron atacar las malas posturas, disminuir los levantamientos de carga excesivos, erradicar la fatiga física que se genera en los trabajadores, reducir las lesiones musculoesqueléticas y mejorar el ambiente de trabajo para hacerlo más confortable y reducir el riesgo ergonómico. Se eliminó una operación (Empley total de la tarima, y mejorando todas las demás actividades ejecutadas en el proceso) ya que se encontró que era una operación que podía ser mejorada y que presentaba riesgo ergonómico alto.

Los resultados obtenidos evidenciaron que para el proceso de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas se requería una evaluación y rediseño de los puestos de trabajo en el 50% de las actividades que se desempeñaban (6 actividades modificadas de los 12 originales). De acuerdo con las normativas correspondientes a la ley del trabajo, las propuestas generadas en este trabajo evitan el incumplimiento de estas leyes en general, haciendo énfasis en el artículo que se refiere que el peso máximo que puede manipular una persona en condiciones adecuadas es 25 Kg.

Conocer el proceso operativo del departamento y las necesidades de las partes interesadas clave fue fundamental para poder realizar las mejoras además de poder prestar atención en las condiciones humanas y que las quejas o inconformidades de las partes interesadas, sean vistas como una oportunidad para crecer e incrementar el servicio en las áreas que necesitan mejorar para que el usuario pueda realizar su trabajo de una manera efectiva teniendo una comunicación de todos los que laboran en el proceso para ser consistente y completa con la finalidad de desarrollar sus actividades.

Finalmente, la metodología propuesta de  $6\sigma$  (Metodología DMAIC) y métodos ergonómicos indirectos (RULA, REBA, OWAS, NIOSH), logro medir los riesgos en cada uno del puesto de trabajo tal como se realizó en este proyecto. Obteniendo resultados positivos en todo el desarrollo del proyecto, logrando hacer más efectiva la actividad (incremento de productividad) y reducción de los riesgos laborales (cuidado de la integridad humana en el proceso).

# Recomendaciones y/o Trabajos futuros

A continuación, se proporcionan algunas recomendaciones para poder llevar a cabo la implementación de Seis Sigma y métodos ergonómicos de manera efectiva.

- La implementación de Seis Sigma (DMAIC y métodos de ergonomía) debe ser vista como una oportunidad de cambiar la cultura actual de la organización, puesto que el modelo utiliza el proceso de mejora continua y de rediseño, impactando al factor humano y de las instalaciones.
- Aplicar la estrategia de implementación de “mejora estratégica” debido a que principalmente este estudio solo se aplica a un área funcional de la organización
- Trabajar en la cultura de la gente hasta que se realice un buen manejo de las cargas, acercándolas al cuerpo y manteniendo la espalda recta.
- Dar seguimiento a la implementación del diseño propuesto y analizar los síntomas de la fatiga mental y psicológica.
- Mantener el control sobre el trabajo, de esta manera se evitará el estrés en las personas.
- Dotar de los suficientes recursos para la realización de las tareas, eligiendo el personal que tenga la formación adecuada para realizarlas y volviendo a jerarquizar la prioridad de las mismas si es necesario (con el objetivo de lograr no solo cantidad sino calidad).
- Realizar ejercicios de calistenia de ejercicios muy básicos junto con los trabajadores con la intención de generar elasticidad o calentar los músculos y huesos para evitar que se lesionen durante sus actividades por algún movimiento brusco o sobreesfuerzo.

Los cambios y modificaciones del puesto de trabajo de empaque y embalaje de tapas y asas plásticas con base a la metodología de seis sigmas, se aplicaron con el fin de mejorar el funcionamiento de este y el desempeño del personal que labora, el requisito de Seis Sigma propone para una mejora continua en los procesos operativos, son puntos que se adaptan perfectamente a las características de este estudio.

## Referencias

- [1] ©. 2021 Corvaglia Group, «Soluciones innovadoras en tapas para botellas de PET,» Corvaglia, 19 07 2021. [En línea]. Available: <https://www.corvaglia.com/es/>. [Último acceso: 19 07 2021].
- [2] E. Serna M., «Desarrollo e Innovación en Ingeniería,» *Instituto Antioqueño de Investigación*, vol. 1, n° 1, p. 541, 2020.
- [3] I. L. Nunes, «Integration of Ergonomics and Lean Six Sigma. A model proposal,» *ScienceDirect*, vol. 3, n° 1, pp. 890-897, 2015.
- [4] C. A. Sáenz Céspedes, «Diseño de un proyecto Lean Six Sigma para mejorar el proceso de inyección en una empresa manufacturera de válvulas plásticas,» *Ingeciencia*, vol. 3, n° 1, p. 48\_61, 2019.
- [5] C. S. Costa Carvalho, «Integrating Ergonomics with Lean Six Sigma on a meal solutions industrial kitchen,» *Universidade Nova de Lisboa*, vol. 1, n° 1, p. 242, 2016.
- [6] L. A. Sanchez Gomez, «Aplicación de metodología DMAIC, para aumentar la productividad en el área de corte, de la empresa FITESA PERÚ, Cajamarquilla, 2017 - 2018,» *Universidad cesar vallejo*, vol. 1, n° 1, p. 115, 2018.
- [7] E. N. Vilela Villegas, «Implementación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad de productos de embalaje en la empresa Sivein S.A.C. Lima, 2018,» *Universidad Cesar Vallejo*, vol. 1, n° 1, p. 177, 2018.
- [8] K. Suat, A.-S. Alaa, A. Nadine, K. Zahra'a y R. Sahar, «DMAIC Approach to Improve on Safety Performance Using Safety Management System in Kuwait International Airport,» *IEOM Society International*, vol. 1, n° 1, p. 10, 2019.
- [9] D. Trisusanto, C. Bariyah y A. Kristanto, «Design of ergonomic work facilities on assembly station of mozaic stone for increasing work productivity,» *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, vol. 25, n° 1, p. 11, 2020.
- [10] F. Alyahya, K. Algarzaie, Y. Alsubeh y R. Khounganian, «Awareness of ergonomics & work-related musculoskeletal disorders among dental professionals and students in Riyadh, Saudi Arabia,» *J-STAGE*, vol. 1, n° 1, pp. 770-776, 2018.
- [11] N. Obregon Fernandez, «La metodología 6 sigma y la calidad del servicio en la empresa Sol & Mar Sac Comas, 2018,» *Universidad Cesar Vallejo*, vol. 1, n° 1, p. 68, 2018.
- [12] C. D. Garcia Salazar, «Análisis de incidencia de la sintomatología de trastornos músculo esqueléticos relacionados con el manejo manual de cargas y posturas forzadas,» *Universidad de las Américas*, 2018, vol. 1, n° 1, p. 202, 2018.
- [13] M. Comentale, F. Naddeo, A. Contrada, G. Forlone y G. Saturno, «Comfort and ergonomics evaluation of a checkout workstation,» *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 13, n° 13, p. 9, 2018.
- [14] R. C. Garza Ríos, C. N. González Sánchez, E. L. Rodríguez González y C. M. Hernández Asco, «Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio,» *Métodos Cuantitativos para la economía y la empresa*, vol. 22, n° 1, pp. 19-35, 2016.

- [15] A. Rullie, «Analysis of the Working Position of Sandal Operator Using RULA and REBA Approach at Sisman Corporation (SISCO),» *Atlantis Highlights in Engineering*, vol. 1, n° 1, pp. 1-6, 2018.
- [16] S. Yazdanirad, A. H. Khoshakhlagh, E. Habibi, A. Zare, M. Zeinodini y F. Dehghani, «Comparing the Effectiveness of Three Ergonomic Risk Assessment Methods RULA, LUBA, and NERPA to Predict the Upper Extremity Musculoskeletal Disorders,» *Indian journal of occupational and environmental medicine*, vol. 22, n° 1, pp. 1-7, 2018.
- [17] R. Moradi rad, S. Vosough y S. Mahdavi, «Ergonomic assessment of Working Postures Using NERPA and REBA Methods (Case study: Abadan Oil Refinery),» *Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*, vol. 4, n° 4, pp. 632-641, 2020.
- [18] A. F. Benítez Erazo, «Confort en Oficina: Retos en el Diseño de Puestos de Trabajo con Pantallas de Visualización de Datos,» *Universidad San Francisco de Quito USFQ*, vol. 1, n° 1, pp. 1-34, 2018.
- [19] W. Sukania, S. Ariyanti, M. Jayusman y S. R. Nasution, «Risk Assessment Of Working Posture And Implementation Of New Workstation To Increase Productivity,» *Materials Science and Engineering*, vol. 1, n° 1, pp. 1-8, 2019.
- [20] J. Castañena Aguilera, E. Ruge Rodríguez y C. Zmbrano Borga, «Propuesta de mejora para la reducción de los niveles de riesgo disergonómico y psicosocial en los puestos de trabajo del área de producción en una empresa rectificadora de motores en la ciudad de Bogotá,» *Universidad el Bosque Bogotá*, vol. 1, n° 1, pp. 1-205, 2018.
- [21] O. O. Pico Lasluisa y E. B. Vega Aguiar, «Evaluación de riesgo ergonómico del personal operativo del gad municipal San Cristóbal de Patate,» *Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas Ecuador*, vol. 1, n° 1, pp. 1-127, 2019.
- [22] P. Plantard, H. P. Shum c y A.-S. M. F. Le Pierres, «Validation of an ergonomic assessment method using Kinect data inreal workplace conditions,» *ELSEVIER*, vol. 65, n° 1, pp. 562-569, 2016.
- [23] D. M. Safitri, Nabila, Z. Arfi y N. Azmi, «Design of Work Facilities for Reducing Musculoskeletal Disorders Risk in Paper Pallet Assembly Station,» *Materials Science and Engineering*, vol. 1, p. 326, 2018.
- [24] L. V. Garay Hernandez y W. E. Zabala Vega, «Propuesta de rediseño mediante un estudio ergonómico, para los actuales puestos de trabajo del área operativa en IMPADOC S.A., Municipio de Soacha,» *Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá*, vol. 1, n° 1, pp. 1-95, 2018.
- [25] F. D. Montaña Paredes, «Propuesta de un plan de prevención de riesgos ergonómicos en un centro de fotocopiado,» *Universidad de Guayaquil*, vol. 1, n° 1, pp. 1-91, 2017.
- [26] A. Realyvásquez V, K. C. Arredondo S, J. Blanco F, J. D. Sandoval Q, E. Jiménez M y J. L. García A, «Work Standardization and Anthropometric Workstation Design as an Integrated Approach to Sustainable Workplaces in the Manufacturing Industry,» *Journal Sustainability*, vol. 1, n° 1, pp. 1-22, 2020.
- [27] G. Arias Paredes, C. Rueda Gaitán, A. Díaz Manrique y L. Augusto Quintana, Diseño de mejoras ergonómicas en la Zona de Picking para el CEDI de Comercial Nutresa en la ciudad de Bogotá, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2018.
- [28] P. A. Cotera Quintero, «Estudio de los factores de riesgo ergonómico que afectan el desempeño de los trabajadores del departamento optativos de la compañía anónima el

- universo,» *Universidad de Guayaquil*, p. 89, 2017.
- [29] P. Carreño Ramirez, A. Cuellar Carmona y V. Ruiz Amaya, «Diseño de un plan de mejora orientado a la mitigación de lesiones y/o enfermedades, en los procesos de carga y descarga en la central de Corabastos en Bogotá,» *Universidad Militar Nueva Granada*, p. 121, 2017.
- [30] P. Sanchez y J. Dennis, *Uso de métodos de evaluación ergonómica en la construcción del hospital NEOPLASIC, Peru: Universidad Nacional del centro de Perú*, 2017.
- [31] J. F. Espinoza y L. A. Morales, «Análisis de trabajo postural en empresas de manufactura de calzado en la sección de corte por troquel,» *Repositorio Universidad Técnica de Ambato*, vol. 1, n° 1, pp. 1-7, 2017.
- [32] A. N. Herindra y M. S. Guntarti Tatic, «Development of Working Facility to Improve Work Posture at Packaging Section in Organic Vegetable Industry,» *Competitive & Sustainable Agro-Industry*, vol. 2017, p. 17, 2017.
- [33] L. A. Luzuriaga Ramón, «En la universidad de Guayaquil ubicada en Ecuador se desarrolló un estudio ergonómico en el proceso de ensamblaje del bloque contrapeso en la fabricación de cocinas en la empresa Mabe para mejorar el ambiente y el puesto de trabajo de los operarios para q,» *Universidad de Guayaquil*, p. 95, 2017.
- [34] M. B. Monar Naranjo, «La ergonomía y la productividad en el sector del calzado en la provincia de Tungurahua,» *Universidad Tecnica de Ambato*, p. 133, 2018.
- [35] A. Álvarez Meythaler, «Diseño de objetos que faciliten el montaje y transporte de escenarios itinerantes como apoyo a la difusión de obras artísticas, tomando como caso de estudio el Grupo de danza TALVEZ de la Universidad San Francisco de Quito,» *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*, vol. 1, n° 1, p. 152, 2018.
- [36] C. A. Vaca Galarza, *Diseño del puesto de trabajo en Dependientes de Farmacia de una Cadena Farmacéutica de Ecuador., Ecuador: Universidad Internacional SEK*, 2018.
- [37] G. Muinelo Garrido, «Diseño e implantación de mejoras técnicas en un sistema de evaluación ergonómica (ergostation) para la línea de montaje de motores de Ford Valencia (VEP). Aplicación para la higiene postural de los trabajadores de la línea,» *Universidad Politecnica de Valencia*, p. 119, 2018.
- [38] B. V. Omar, «Estudio de los factores de riesgos disergonómicos en las actividades de habilitado, armado y soldadura de estructuras en la industria metal mecánica (Caso IMCO Servicios S.A.C. 2018).,» *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, p. 243, 2018.
- [39] O. Vogel Puga, «Ayudante de Finger, comparativa de métodos de evaluación,» *Ergonomía Investigación y Desarrollo*, vol. 1, n° 3, pp. 22-42, 2019.
- [40] M. P Catañeda y E. B Villaseñor, «Diseño de dispositivo didáctico de medición de ángulos para aplicación de la técnica RULA en ingeniería industrial,» *Universidad del Valle de Puebla*, vol. 1, n° 1, p. 8, 2019.
- [41] D. Kolny, D. Kurczyk y J. Matuszek, «Computer support of ergonomic analysis of working conditions at workstations,» *Work ergonomics, modeling and simulation*, vol. 15, n° 1, pp. 49-61, 2019.
- [42] S. P. Joselito, «Diseño de puestos de trabajo ergonómicos en el proceso de fabricación de sandalias de dama para incrementar la productividad en la empresa mateo,» *Santo Torivio*

- de Mongrovejo, p. 366, 2019.
- [43] R. A. M. Noor, M. S. Barliana, S. Soemarto y I. Kuntadi, «Designing an adjustable height engine stand to reduce the risk of student's Musculoskeletal Disorders (MSDs) in engine tune up practice,» *Materials Science and Engineering*, p. 6, 2019.
- [44] A. E. Fernandez Vampa y L. Y. Luna Vicente, «Aplicación de la ergonomía en la fabricación de short para incrementar la productividad en una empresa textil.,» *Universidad Cesar Vallejo*, p. 124, 2020.
- [45] D. Kee, «An empirical comparison of OWAS, RULA and REBA based on self-reported discomfort,» *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, vol. 1, n° 1, pp. 1-25, 2020.
- [46] M. J. J. Gumasing y E. J. Espejo, «An Ergonomic Approach on Facilities and Workstation Design of Public School Canteen in the Philippines,» *IEOM Society International*, vol. 1, n° 1, p. 10, 2020.
- [47] M. Nasar, F. Rubab, H. B. Shahzad, M. Qureshi y M. Shahid, «Controlling Dentistry-Related Musculoskeletal Disorders with Ergonomic Interventions in Lahore, Pakistan,» *Makara Journal of Health Research*, vol. 25, n° 1, p. 8, 2021.
- [48] G. Pinazo, F. Córdoba y N. Dinerstein, «Un aporte a la discusión sobre la productividad laboral en la industria argentina,» *Dialnet*, vol. 3, n° 6, pp. 101-125, 2017.
- [49] T. Fontalvo Herrera, E. De La Hoz Granadillo y J. Morelos Gómez, «Productivity and its factors: impact on organizational improvement,» *Dialnet*, vol. 16, n° 1, pp. 47-60, 2018.
- [50] M. Rojas, L. Jaimes y M. Valencia, «Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo,» *ESPACIOS*, vol. 39, n° 6, pp. 1 -15, 2018.
- [51] D. R. Guerrero Moreno, J. A. Silva Leal y C. C. Bocanegra Herrera, «Revisión de la implementación de Lean Six Sigma en Instituciones de Educación Superior,» *Revista chilena de ingeniería*, vol. 27, n° 4, pp. 652-667, 2019.
- [52] «implementación del modelo six sigma como estrategia de mejora en PyMES de Latinoamérica,» *Universidad de América*, vol. 1, n° 1, 2020.
- [53] S. Aroca Acosta y L. Pacheco Duarte, «Diseño de un modelo de mejoramiento de la productividad basado en herramientas lean six sigma para 4 empresas PYME del sector cuero, calzado y marroquinería en la Ciudad de Cali,» *Universidad Autónoma de Occidente*, vol. 1, n° 1, pp. 1-131, 2017.
- [54] J. A. Torres Castañeda y W. C. J. Ordóñez Alcántara, «Análisis y Mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología Six Sigma.,» *Pontificia Universidad Católica de Peru*, vol. 1, n° 1, pp. 1-106, 2017.
- [55] M. Costa y A. Pastor, «Efficienza e produttività del personale nel settore bancario italiano. Le leve industriali a sostegno dei piani strategici post Coronavirus,» *University of Pisa*, vol. 1, n° 1, pp. 69-73, 2020.
- [56] A. Pardo Hernandez, «Propuesta de implementación del modelo six sigma para mejorar el proceso de manejo y control de desperdicios de materia prima en la empresa Cartones America, Colombia,» *Universidad Católica de Colombia*, vol. 1, n° 1, pp. 1-97, 2019.
- [57] J. L. Guttenberg, «Group development model and Lean Six Sigma project team outcomes,» *International Journal of Lean Six sigma*, vol. 11, n° 4, pp. 1-27, 2020.

- [58] C. M. Contreras Jara y E. J. Velazquez Varga, «Distribución de planta mediante la metodología six sigma para reducir el costo de producción en la empresa D'ELY S.A.C. TRUJILLO – LA LIBERTAD,» *Universidad privada Antenor Orrego*, vol. 1, n° 1, pp. 1-117, 2017.
- [59] E. Moreno Lagunilla y J. M. Díaz de Cerio, «Estudio sobre las herramientas de mejora de la calidad en empresas Industriales Españolas.,» *Universidad Publica de Navarra*, vol. 1, n° 1, pp. 1-114, 2017.
- [60] F. Contreras Argumedo, A. Villanueva Montellano y S. Tilvaldyev, «Mejora de la productividad, calidad y ergonomía de una operación de ensamble por medio de la automatización,» *Cultura Ciencia y Tecnología*, vol. 1, n° 58, pp. 1-11, 2017.
- [61] E. L. Cobeñas Vivar y L. Á. Huamán Cabrera, «Evaluación de riesgos ergonómicos para aumentar la productividad, área de producción de conservas. Corporación pesquera HILLARY S.A.C. Chimbote, 2019,» *Universidad Cesar Vallejo*, vol. 1, n° 1, pp. 1-191, 2019.
- [62] J. Norhazrina, G. Hamed, Z. Muhamad, S. Mat, S. Dalia, S. Safian y Z. Norhayati, «DMAIC based approach to sustainable value streammapping towards a sustainable manufacturing system,» *Economic Research-Ekonomika Istraživanja*, vol. 33, n° 1, pp. 1-31, 2020.
- [63] M. Ferreira Brito, R. P. A. Luísa, M. Carneiro y A. Gonçalves, «Ergonomic Analysis in Lean Manufacturing and Industry 4.0 A Systematic Review,» *Springer, Cham*, vol. 1, n° 1, pp. 1-33, 2019.
- [64] H. K. Alsaffar, «Reviewing the Effects of Integrated Lean Six Sigma Methodologies with Ergonomics Principles in an Industrial Workstation,» *International Conference on Engineering Sciences*, vol. 1, n° 1, pp. 1-14, 2018.
- [65] C. Batista Silva, «Ergonomia,» *POSDRADUACAO IDAAM*, vol. 1, n° 1, pp. 1-49, 2018.
- [66] J. Garcia Flores, «Marco jurídico aplicable a la ergonomía laboral en México,» *DIKE*, vol. 11, n° 21, pp. 193-216, 2017.
- [67] J. A. M Castillo, «Crisis y oportunidades: el futuro del trabajo y de la ergonomía,» *Revista Ciencias de la Salud*, vol. 16, n° spe, p. 4, 2018.
- [68] P. R. S. Mejía, C. F. J. Arévalo, C. A. Guerrero y E. G. Chávez, «Evaluación de puestos de trabajo por medio de los métodos ergonómicos RODGERS, OWAS, NIOSH Y RULA,» *Ergon Invest Desar*, vol. 1, n° 3, pp. 118-137, 2019.
- [69] A. Sánchez Lite, M. García García y M. Á. Manzanedo del Campo, «Métodos de evaluación y herramientas aplicadas al diseño y optimización ergonómica de puestos de trabajo,» *ADINGOR*, vol. 1, n° 1, pp. 239-250, 2017.
- [70] A. E. Dimate, D. C. Rodríguez y A. I. Rocha, «Percepción de desórdenes musculoesqueléticos y aplicación del método RULA en diferentes sectores productivos: una revisión sistemática de la literatura,» *Revista de la Universidad Industrial de Santander*, vol. 49, n° 1, p. 18, 2017.
- [71] A. Rosas González, D. M. Clemente Guerrero, E. Ramos Velasco y N. Cruz Martínez, «Diseño de estación para la rehabilitación de la motricidad en miembros superiores I,» *Designia*, vol. 7, n° 1, p. 29, 2019.
- [72] J. J. Pesina Lumbreras y E. G. Carrum Siller, «Comparación de técnicas actuales y futuras

- de evaluación ergonómica aplicando el método RULA,» *Corporacion CIMTED*, vol. 1, nº 1, p. 183, 2019.
- [73] J. A. Arbeláez Bustos y L. M. Sáenz Zapata, «Criterios para la selección de mobiliario en estaciones de trabajo con video terminales,» *Revista Ingeniería Industrial UPB*, vol. 3, nº 3, p. 14, 2016.
- [74] R. Avelino Rosas, Y. González Díaz, D. G. Rivera y E. Castillo Serrano, «Estudio ergonómico en el área de inyección de plásticos, propuestas de mejora y taller de pausas activas a empleadas,» *Revista del Diseño Innovativo*, vol. 2, nº 2, p. 8, 2018.
- [75] M. G. Flores García, «Evaluación de riesgos ergonómicos en el área de estibación y monitoreo de panel central, mediante los métodos RULA Y OCRA, en industrias Guapán,» *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, vol. 5, nº 3, p. 9, 2018.
- [76] D. S. Manrique Pico y C. A. Otero Yáñez, «Propuesta de mejoramiento para reducir el nivel de riesgo disergonómico y psicosocial en los puestos de trabajo del área de producción de una empresa de plásticos,» *Universidad el bosque*, vol. 1, nº 1, p. 231, 2019.
- [77] H. González Rodríguez, V. Martínez, M. María y A. García Torres, «Rediseño de una estación de trabajo considerando la ergonomía para incrementar la productividad.,» *Jovenes en la ciencia*, vol. 1, nº 1, pp. 1-5, 2017.
- [78] M. J. Jiménez Erazo, «Diseño de estaciones de trabajo para el mejoramiento de la productividad y prevención de riesgos laborales de los procesos de fabricación de placas de la agencia nacional de tránsito,» *Universidad Central de Ecuador*, vol. 1, pp. 1-258, 2017.
- [79] G. E. Marianela, « Determinación del riesgo ergonómico en los trabajadores del área de poscosecha de una empresa florícola y planteamiento de medidas correctivas,» *Universidad Internacional SEK*, vol. 1, pp. 1-183, 2017.
- [80] M. Z. Shamsudin y N. MohdShaid, «Evaluation of manual lifting and lowering activities using revised Niosh lifting equation: a case study among automotive assembly workers,» *Human Factors and Ergonomics Journal*, vol. 4, nº 2, pp. 15-21, 2019.
- [81] B. D. Trujillo Narváez, « Análisis de riesgos laborales en el área de cocina de H.O.V. Hotelera Quito S.A,» *Facultad de ingeniería y ciencias agropecuarias* , vol. 1, nº 1, pp. 1-136, 2017.
- [82] J. P. Inte Quimbita, «Diseño de la estación de trabajo para la limpieza de libros en el Área de documentos Históricos del Centro de Información Integral de la Universidad Central del Ecuador,» *Universidad Central de Ecuador* , vol. 1, nº 1, pp. 1-141, 2017.
- [83] S. Santiago Gomez, «Rediseño de puestos de trabajo en la planta de almacenamiento en la empresa Macrometales S.A.S,» *Universidad Autonoma del Occidente Santiago de Cali*, vol. 1, nº 1, pp. 1-171, 2017.
- [84] P. Cabezas y D. Sebastián., «Reevaluación ergonómica de los puestos de trabajo de la empresa Flexnet del Ecuador y su incidencia en el nivel de riesgo,» *Universidad Tecnológica Indoamérica*, vol. 1, nº 1, pp. 1-181, 2020.
- [85] B. X. Miranda Rodríguez y L. Sáenz Julcamoro, «Método Ergonómico para el Rediseño de Estaciones de Trabajo para reducir el TME en las empresas PyME del sector textil,» *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*, vol. 1, nº 1, pp. 1-20, 2020.

- [86] D. O. d. I. F. DOF, Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención., México: Diario Oficial de la Federación, 2018.
- [87] C. S. Costa Carvalho, «Integrating Ergonomics with Lean Six Sigma on a meal solutions industrial kitchen,» *Universidade Nova de Lisboa*, vol. 1, n° 1, pp. 1-242, 2016.

# Anexos

## Anexo 1 Análisis del riesgo de cuestionarios implementados NOM-035-STPS

CUESTIONARIO DE LA EMPRESA	PUNTAJE GLOBAL	RIESGO GLOBAL	AMBIENTE DE TRABAJO	RIESGO	CARGA DE TRABAJO	RIESGO	FALTA DE CONTROL EN EL TRABAJO	RIESGO	JORNADA DE TRABAJO	RIESGO	RELACION FAMILIA-TRABAJO	RIESGO	LEERAZGO	RIESGO	RELACIONES EN EL TRABAJO	RIESGO	VIOLENCIA	RIESGO
1	117	ALTO	12	ALTO	18	BAJO	21	MEDIO	5	ALTO	7	MEDIO	23	MUY ALTO	8	NULO	23	MUY ALTO
2	123	ALTO	8	BAJO	27	MEDIO	25	MUY ALTO	4	MEDIO	5	BAJO	17	ALTO	5	NULO	31	MUY ALTO
3	125	ALTO	5	NULO	20	BAJO	22	ALTO	2	BAJO	4	NULO	26	MUY ALTO	7	NULO	39	MUY ALTO
4	140	ALTO	6	BAJO	27	MEDIO	29	MUY ALTO	4	MEDIO	6	BAJO	22	MUY ALTO	14	MEDIO	31	MUY ALTO
5	133	ALTO	6	BAJO	27	MEDIO	32	MUY ALTO	3	MEDIO	6	BAJO	14	MEDIO	14	MEDIO	31	MUY ALTO
6	87	MEDIO	6	BAJO	24	MEDIO	22	ALTO	3	ALTO	3	NULO	3	NULO	9	NULO	17	MUY ALTO
7	150	MUY ALTO	10	ALTO	21	BAJO	35	MUY ALTO	1	BAJO	5	BAJO	32	MUY ALTO	10	NULO	36	MUY ALTO
8	134	ALTO	8	BAJO	16	BAJO	30	MUY ALTO	4	MEDIO	4	NULO	20	ALTO	20	ALTO	32	MUY ALTO
9	63	BAJO	6	BAJO	25	MEDIO	15	BAJO	4	MEDIO	2	NULO	1	NULO	5	NULO	5	NULO
10	168	MUY ALTO	8	BAJO	20	BAJO	26	MUY ALTO	5	ALTO	2	NULO	20	MUY ALTO	16	MEDIO	28	MUY ALTO
11	45	NULO	3	NULO	19	BAJO	16	BAJO	0	NULO	2	NULO	0	NULO	2	NULO	7	NULO
12	85	MEDIO	10	ALTO	26	MEDIO	16	BAJO	3	MEDIO	5	BAJO	15	MEDIO	11	BAJO	25	MUY ALTO
13	112	ALTO	6	BAJO	32	ALTO	13	BAJO	4	MEDIO	0	NULO	12	BAJO	9	NULO	36	MUY ALTO
14	157	MUY ALTO	13	ALTO	35	ALTO	26	MUY ALTO	6	ALTO	8	MEDIO	26	MUY ALTO	13	BAJO	30	MUY ALTO
15	88	MEDIO	9	BAJO	17	BAJO	14	BAJO	4	MEDIO	2	NULO	12	BAJO	8	NULO	22	MUY ALTO
16	79	MEDIO	1	NULO	34	ALTO	10	NULO	0	NULO	7	MEDIO	13	ALTO	6	NULO	4	NULO
17	66	BAJO	5	NULO	22	MEDIO	7	BAJO	0	NULO	3	NULO	6	NULO	10	NULO	13	ALTO
18	80	MEDIO	4	NULO	19	BAJO	17	MEDIO	3	MEDIO	1	NULO	12	BAJO	6	NULO	18	MUY ALTO
19	74	MEDIO	5	NULO	19	BAJO	17	MEDIO	3	MEDIO	1	NULO	12	BAJO	6	NULO	11	MEDIO
20	59	MEDIO	5	NULO	13	NULO	17	MEDIO	2	BAJO	0	NULO	6	NULO	6	NULO	10	MEDIO
21	84	MEDIO	11	ALTO	14	NULO	21	NULO	4	MEDIO	2	NULO	8	NULO	8	NULO	16	ALTO
22	55	BAJO	4	NULO	11	NULO	19	MEDIO	0	NULO	4	NULO	5	NULO	3	NULO	9	BAJO
23	74	BAJO	6	BAJO	12	NULO	13	BAJO	0	NULO	2	NULO	17	ALTO	9	NULO	15	ALTO
24	78	MEDIO	6	BAJO	31	ALTO	8	NULO	3	MEDIO	2	NULO	0	NULO	9	NULO	19	MUY ALTO
25	70	BAJO	2	NULO	20	BAJO	17	MEDIO	3	MEDIO	5	BAJO	7	NULO	6	NULO	10	MEDIO
26	83	BAJO	4	BAJO	21	BAJO	17	BAJO	3	MEDIO	6	BAJO	3	NULO	7	NULO	22	MUY ALTO
27	83	MEDIO	7	BAJO	23	MEDIO	11	MEDIO	0	ALTO	1	NULO	4	NULO	4	NULO	22	MUY ALTO
28	75	BAJO	12	ALTO	18	BAJO	21	MEDIO	2	BAJO	0	NULO	10	BAJO	0	NULO	12	ALTO
29	59	BAJO	5	NULO	15	NULO	19	MEDIO	4	MEDIO	2	NULO	2	NULO	4	NULO	8	BAJO
30	62	BAJO	6	BAJO	13	NULO	18	MEDIO	3	MEDIO	2	NULO	7	NULO	3	NULO	10	MEDIO
31	69	BAJO	3	NULO	24	MEDIO	15	BAJO	0	NULO	2	NULO	6	NULO	4	NULO	15	ALTO
32	90	MEDIO	3	NULO	28	ALTO	14	ALTO	1	BAJO	7	MEDIO	4	NULO	3	NULO	29	MUY ALTO
33	123	ALTO	8	BAJO	27	MEDIO	26	MUY ALTO	8	MUY ALTO	14	MUY ALTO	11	BAJO	10	NULO	19	MUY ALTO
34	74	BAJO	4	NULO	6	NULO	17	MEDIO	0	NULO	2	NULO	6	NULO	11	ALTO	28	MUY ALTO
35	83	MEDIO	6	BAJO	23	MEDIO	17	MEDIO	3	MEDIO	2	NULO	3	NULO	8	NULO	21	MUY ALTO
36	85	MEDIO	8	BAJO	11	NULO	20	MEDIO	2	BAJO	2	NULO	14	MEDIO	7	NULO	21	MUY ALTO
37	116	ALTO	8	BAJO	21	BAJO	25	ALTO	3	MEDIO	4	NULO	15	MEDIO	10	NULO	29	MUY ALTO
38	100	ALTO	8	BAJO	9	NULO	22	MUY ALTO	2	BAJO	5	BAJO	20	ALTO	9	NULO	20	MUY ALTO
39	77	MEDIO	8	BAJO	10	NULO	12	BAJO	2	BAJO	3	NULO	17	ALTO	9	NULO	16	ALTO
40	66	BAJO	2	NULO	28	ALTO	16	BAJO	4	MEDIO	4	NULO	2	NULO	0	NULO	10	MEDIO
41	56	BAJO	6	BAJO	17	BAJO	9	MEDIO	0	NULO	4	NULO	3	NULO	6	NULO	11	MEDIO
42	92	MEDIO	6	BAJO	11	BAJO	17	ALTO	1	MEDIO	6	BAJO	11	BAJO	6	NULO	19	MUY ALTO
43	141	MUY ALTO	6	BAJO	14	NULO	35	MUY ALTO	6	ALTO	6	BAJO	22	MUY ALTO	14	MEDIO	38	MUY ALTO
44	134	ALTO	8	BAJO	19	BAJO	20	MEDIO	8	MUY ALTO	4	NULO	20	ALTO	19	ALTO	36	MUY ALTO
45	69	BAJO	6	BAJO	15	NULO	18	MEDIO	4	MEDIO	1	NULO	10	BAJO	4	NULO	11	ALTO
46	98	MEDIO	8	BAJO	23	MEDIO	20	MEDIO	2	BAJO	3	NULO	10	BAJO	7	NULO	29	MUY ALTO
47	86	BAJO	6	BAJO	21	BAJO	13	BAJO	3	MEDIO	3	NULO	8	NULO	9	NULO	25	MUY ALTO
48	86	BAJO	2	NULO	14	NULO	17	MEDIO	1	BAJO	2	NULO	5	NULO	2	NULO	14	ALTO
49	91	MEDIO	5	NULO	22	MEDIO	21	MEDIO	3	MEDIO	6	BAJO	10	BAJO	5	BAJO	18	MUY ALTO
50	76	BAJO	5	NULO	21	BAJO	15	BAJO	3	MEDIO	6	BAJO	6	NULO	4	NULO	16	ALTO
51	58	BAJO	3	NULO	17	BAJO	13	BAJO	2	BAJO	2	NULO	7	NULO	3	NULO	11	MEDIO
52	100	ALTO	2	NULO	20	BAJO	22	ALTO	3	MEDIO	4	NULO	9	NULO	8	NULO	22	MUY ALTO
53	74	BAJO	7	BAJO	23	MEDIO	15	BAJO	4	MEDIO	7	MEDIO	10	BAJO	4	NULO	14	ALTO
54	46	NULO	4	NULO	14	NULO	11	BAJO	2	BAJO	1	NULO	0	NULO	2	NULO	12	MEDIO
55	177	MUY ALTO	10	ALTO	32	ALTO	30	MUY ALTO	5	ALTO	4	NULO	31	MUY ALTO	18	ALTO	45	MUY ALTO
56	90	MEDIO	9	BAJO	21	BAJO	21	MEDIO	2	BAJO	2	NULO	7	NULO	9	NULO	19	MUY ALTO
57	59	BAJO	4	NULO	19	BAJO	12	BAJO	0	NULO	5	BAJO	6	NULO	0	NULO	13	MEDIO
58	10	ALTO	10	ALTO	26	MEDIO	22	ALTO	3	MEDIO	4	NULO	9	NULO	0	NULO	26	MUY ALTO
59	36	NULO	0	NULO	9	NULO	15	BAJO	2	BAJO	0	NULO	0	NULO	6	NULO	4	NULO
60	74	BAJO	7	BAJO	15	NULO	26	MUY ALTO	1	BAJO	1	NULO	10	BAJO	4	NULO	10	MEDIO
61	76	MEDIO	9	BAJO	31	ALTO	13	BAJO	3	MEDIO	4	NULO	1	NULO	1	NULO	14	ALTO
62	45	NULO	4	NULO	10	NULO	18	MEDIO	2	BAJO	3	NULO	0	NULO	1	NULO	7	BAJO
63	48	NULO	5	NULO	14	BAJO	14	BAJO	2	BAJO	3	NULO	2	NULO	1	NULO	9	BAJO
64	35	NULO	5	NULO	7	NULO	18	MEDIO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	2	NULO	3	NULO
65	97	MEDIO	7	BAJO	21	BAJO	22	ALTO	3	MEDIO	3	NULO	10	BAJO	5	BAJO	26	MUY ALTO
66	73	MEDIO	5	NULO	21	BAJO	20	MEDIO	3	MEDIO	2	NULO	5	NULO	2	NULO	15	ALTO
67	48	NULO	8	BAJO	7	NULO	2	NULO	0	NULO	1	NULO	5	NULO	7	NULO	18	MUY ALTO
68	89	MEDIO	7	BAJO	20	BAJO	16	ALTO	6	MEDIO	6	BAJO	15	MEDIO	6	NULO	10	MEDIO
69	115	ALTO	5	NULO	14	NULO	24	MUY ALTO	0	NULO	5	BAJO	20	MUY ALTO	18	ALTO	24	MUY ALTO
70	73	BAJO	5	NULO	22	MEDIO	16	BAJO	2	BAJO	4	NULO	6	NULO	1	NULO	17	MUY ALTO
71	65	BAJO	4	NULO	23	MEDIO	8	BAJO	1	BAJO	4	NULO	8	NULO	4	NULO	13	MEDIO
72	75	BAJO	4	NULO	20	BAJO	18	MEDIO	3	MEDIO	5	BAJO	9	NULO	5	NULO	11	ALTO
73	21	NULO	1	NULO	2	NULO	10	MEDIO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	8	BAJO
74	79	MEDIO	3	NULO	28	ALTO	22	BAJO	0	NULO	2	NULO	9	NULO	5	NULO	20	MUY ALTO
75	136	ALTO	13	ALTO	21	BAJO	28	MUY ALTO	3	MEDIO	1	NULO	26	MUY ALTO	13	MEDIO	31	MUY ALTO
76	102	ALTO	4	NULO	24	MEDIO	21	MEDIO	3	MEDIO	4	NULO	14	MEDIO	5	NULO	27	MUY ALTO
77	85	MEDIO	7	BAJO	31	ALTO	14	BAJO	2	BAJO	6	BAJO	6	NULO	1	NULO	19	MUY ALTO
78	69	BAJO	3	NULO	18	BAJO	12	BAJO	1	BAJO	3	NULO	6	NULO	4	NULO	24	MUY ALTO
79	122	ALTO	11	ALTO	29	ALTO	22	ALTO	3	MEDIO	8	MEDIO	18	ALTO	6	NULO	25	MUY ALTO
80	98	MEDIO	8	BAJO	18	BAJO	24	ALTO	2	BAJO	4	NULO	14	MEDIO	5	NULO	23	MUY ALTO
81	76	MEDIO	7	BAJO	25	MEDIO	23	ALTO	3	MEDIO	2	NULO	0	NULO	1	NULO	15	ALTO
82	52	BAJO	2	NULO	23	MEDIO	13	ALTO	1	BAJO	2	NULO	3	NULO	1	NULO	7	BAJO
83	47	NULO	4	NULO	17	BAJO	9	MEDIO	0	NULO	3	NULO	6	NULO	1	NULO	7	BAJO
84	92	MEDIO	4	NULO	5	NULO	29	MUY ALTO	2	MUY ALTO	3	NULO	14	MEDIO	10	NULO	20	MUY ALTO
85	103	ALTO	4	NULO	11	NULO	26	MUY ALTO	1	BAJO	0	NULO	11	BAJO	5	NULO	49	MUY ALTO
86	95	MEDIO	0	NULO	11	NULO	26	MUY ALTO	1	BAJO	0	NULO	1	NULO	5	NULO	51	MUY ALTO
87	102	ALTO	2	NULO	6	NULO	29	MUY ALTO	7	MUY ALTO	3	NULO	20	ALTO	12	BAJO	23	MUY ALTO
88	101	ALTO	4	NULO	9	NULO	29	MUY ALTO	6	ALTO	4	NULO	13	MEDIO	10	NULO	26	MUY ALTO
89	77	MEDIO	0	NULO	11	NULO	17	MEDIO	1	BAJO	0	NULO	18	ALTO	7	NULO	22	MUY ALTO
90	89	MEDIO	0	NULO	11	NULO	23	ALTO	1	BAJO	0	NULO	21	MUY ALTO	7	NULO	26	MUY ALTO
91	61	BAJO	0	NULO	7	NULO	25	MUY ALTO	6	ALTO	1	NULO	0	NULO	5	NULO	16	MUY ALTO
92	65	BAJO	0	NULO	5	NULO	26	MUY ALTO	5									



NOM-006-STPS

### Que se tiene que considerar en el manejo de cargas ...

manual

- Peso
- Forma
- Dimensiones de materiales o contenedores



### Riesgo potencial en el manejo de cargas...

Con maquinaria

- Estado físico
- Presentación del material
- Forma de la maquinaria
- procedimiento de carga;
- estabilidad de materiales o contenedores;
- altura de la estiba;
- el peso, forma y dimensiones de los materiales o contenedores;
- elementos de sujeción de los materiales o contenedores.

### Carga manual de materiales...

Carga manual: es la actividad que desarrolla un trabajador para levantar, mover o transportar materiales empleando su fuerza física, o con el auxilio de carretillas, diablos o patines.




### Carga manual de materiales...

Carga manual: es la actividad que desarrolla un trabajador para levantar, mover o transportar materiales empleando su fuerza física, o con el auxilio de carretillas, diablos o patines.




### Responsabilidades del patron en la carga manual de materiales...

proporcionar a los trabajadores el equipo de protección personal

Realizar y registrar la vigilancia a la salud

Realizar los exámenes médicos especiales

### Carga manual de materiales...

**CARGA MÁXIMA QUE PUEDEN LEVANTAR LOS TRABAJADORES:**

**HOMBRES**

25 Kg.



**MUJERES**

25 Kg.



### Carga manual de materiales...

Esfuerzo en kilogramos-fuerza sobre el quinto disco lumbar de una persona de altura media, según el ángulo de inclinación del tronco y el peso de la carga.

ÁNGULO DE INCLINACIÓN	PESO DE LA CARGA			
	0 Kg	50 Kg	100 Kg	150 Kg
0	50	100	150	200
30	150	350	600	850
60	250	650	1,000	1,350
90	300	700	1,100	1,500

Ref: SHIRMAN, J., LUGIBAH, H.R. (2002), en Enciclopedia de Medicina, Higiene y Seguridad del Trabajo, o.c., págs. 551 y 552.

### Carga manual de materiales...

Las fajas lumbares no reducen el riesgo de desórdenes en la columna vertebral que sean acumulativos y lesiones a la espalda.

Es recomendable el uso e la faja cuando ya se tiene un daño en la columna y son fajas especiales de acuerdo al daño que se tiene.



Mala posición  
Espalda curvada



Buena posición  
Espalda recta

Por ello, más que promocionar el uso de fajas, se debe:

- Reducir el numero de cargas que se tienen que realizar, o reducir el peso de la carga.
- Promover el uso del equipo mecánico eléctrico para movilizar e izar.
- Enseñar y aplicar los procedimientos adecuados para cargar materiales de forma manualmente.

## Anexo 3 Creación de Procedimientos Operativos Estándar de Saneamiento para limpieza de equipos

OPERACIÓN ESTÁNDAR DE LIMPIEZA SUPERFICIAL INYECCIÓN		Clave: OE-PR-01	Pág.: 1	De: 1	Revisión: 00																																
		Fecha de Emisión: 2021_08_20		Fecha de Rev.: 2021_08_20																																	
<b>Impacto Ambiental</b> Disminución de recursos naturales		<b>Prerrequisito asociado:</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td>Establecimiento</td><td>8</td><td>Limpieza</td></tr> <tr><td>2</td><td>Diseño y espacio de trabajo</td><td>9</td><td>Control de plagas</td></tr> <tr><td>3</td><td>Utilidades (Agua, aire, iluminación)</td><td>10</td><td>Higiene del personal y las instalaciones</td></tr> <tr><td>4</td><td>Eliminación de residuos</td><td>11</td><td>Retrabaja</td></tr> <tr><td>5</td><td>Equipo idoneidad, limpieza y mantenimiento</td><td>12</td><td>Procedimientos de retirada</td></tr> <tr><td>6</td><td>Gestión de materiales y servicios adquiridos</td><td>13</td><td>Almacenamiento y transporte</td></tr> <tr><td>7</td><td>Medidas para la prevención de la contaminación</td><td>14</td><td>Información de envasado de alimentos.</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>15</td><td>Defensa de los alimentos y el bioterrorismo</td></tr> </table>				1	Establecimiento	8	Limpieza	2	Diseño y espacio de trabajo	9	Control de plagas	3	Utilidades (Agua, aire, iluminación)	10	Higiene del personal y las instalaciones	4	Eliminación de residuos	11	Retrabaja	5	Equipo idoneidad, limpieza y mantenimiento	12	Procedimientos de retirada	6	Gestión de materiales y servicios adquiridos	13	Almacenamiento y transporte	7	Medidas para la prevención de la contaminación	14	Información de envasado de alimentos.			15	Defensa de los alimentos y el bioterrorismo
1	Establecimiento	8	Limpieza																																		
2	Diseño y espacio de trabajo	9	Control de plagas																																		
3	Utilidades (Agua, aire, iluminación)	10	Higiene del personal y las instalaciones																																		
4	Eliminación de residuos	11	Retrabaja																																		
5	Equipo idoneidad, limpieza y mantenimiento	12	Procedimientos de retirada																																		
6	Gestión de materiales y servicios adquiridos	13	Almacenamiento y transporte																																		
7	Medidas para la prevención de la contaminación	14	Información de envasado de alimentos.																																		
		15	Defensa de los alimentos y el bioterrorismo																																		
<b>Riesgo de Seguridad</b> Derrame de alcohol, inflamabilidad, riesgo electricidad y trabajo en alturas. Intoxicación, atrapamiento y tropiezos de personal.																																					
<b>Peligros de Inocuidad</b> <span style="color: red;">■</span> Físico <span style="color: red;">■</span> Químico <span style="color: red;">■</span> Microbiológico																																					
EPP a utilizar: Tapones auditivos, uniforme completo, zapatos de seguridad, guantes, faja, cofia y cubrebocas.																																					
<b>1</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>																																
	La limpieza se ejecuta por turno dos veces <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>Turno</th><th>Primera Limpieza</th><th>Segunda Limpieza</th></tr> <tr><td>Mañana</td><td>08:00</td><td>13:00</td></tr> <tr><td>Mediodía</td><td>14:00</td><td>19:00</td></tr> <tr><td>Noche</td><td>01:00</td><td>06:00</td></tr> </table> Los trapos usados durante la limpieza se colocaran en el cesto de merma o en el banco de acomodo de cajas. (evitar tirar a piso). 	Turno	Primera Limpieza	Segunda Limpieza	Mañana	08:00	13:00	Mediodía	14:00	19:00	Noche	01:00	06:00																								
Turno	Primera Limpieza	Segunda Limpieza																																			
Mañana	08:00	13:00																																			
Mediodía	14:00	19:00																																			
Noche	01:00	06:00																																			
Antes de iniciar con la actividad, el personal debe utilizar los materiales adecuados y portar el EPP completo.		Tomar un paño de algodón de las gavetas y extenderlo de manera uniforme en el escritorio y tener lista la piqueta de alcohol al 70% (se debe entender por humedecer a la acción de verter alcohol del 70% en el trapo)	Humedecer dos trapos y limpiar la superficie de los cangilones de la banda o bandas, posteriormente con el mismo trapo limpiar acrílicos y laterales metálicos de la banda.		Humedecer dos trapos y limpiar el interior del Cap Cooler y parte fija, después con el mismo trapo el exterior donde es la salida del producto.																																
<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>																																
																																					
Humedecer 2 trapos y limpiar la tova de entrada de producto del cap cooler (caída de tapa). Después girar el trapo y dar limpieza a los laterales (izquierdo y derecho) del cap cooler. <b>Precaución: No colocar la mano en las partes móviles</b>	Humedecer 2 piezas de trapo y limpiar banda de tova, superficie interior de la tova, girar los trapos y limpiar el exterior.	Humedecer 1 trapo, limpiar exterior y lateral del inspector automático (Intravis) y limpiar acrílicos de rieles.	Humedecer dos piezas de trapo y limpiar la estructura de acrílico de la mesa	Después con los mismos trapos a los rodillos deslizantes de la banda	Humedecer 2 trapos y limpiar la parte interna del contenedor de Bolsas así como la externa. Con los mismos trapos dar limpieza a la superficie del banco donde se colocan las cajas.																																
<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>																																
																																					
Tomar 2 nuevas piezas de trapo y humedecerlas y limpiar el escritorio, cajoneras y todas las herramientas de trabajo (cucharon, mango de scanner, mango de aplicador, pantalla, impresora, pantalla de bascula)	Humedecer 2 trapos y limpiar la guarda de seguridad del lado izquierdo y con los mismos trapos limpiar el chiller	Humedecer 2 piezas de trapo y limpiar el cucharón de MB, el exterior de la tova del master y los barandales de las escaleras.	Recoger los trapos de la limpieza superficial y depositar en el contenedor de Residuos Peligrosos	Con trapo limpio y alcohol al 70% realizar la limpieza del contenedor de bolsa.	Con trapo limpio y alcohol al 70% realizar la limpieza soportes y bases metálicas																																
<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>																																			
																																					
Con trapo limpio y alcohol al 70% realizar la limpieza de escaleras	 Con trapo limpio y alcohol al 70% realizar la limpieza de los empleadores manuales																																				
<b>NOTA 1</b>	<b>NOTA 2</b>																																				
Recuerda cada maquina es distinta en numero de bandas o componentes, es necesario asegurar la limpieza en toda la maquina y comenzar siempre en todos los componentes de contacto directo con el producto. Limpiar el area completamente (limpio y ordenado)	En las líneas normales 1, 2,3,4,5,9,12 usar en promedio 12 trapos En las líneas con intravis: 6,7,8,10,11,13 usar en promedio 17 trapos																																				
<b>NOTA 3</b>																																					
Registrar cada que se realiza la limpieza en el formato FR-SH-10, que se encuentra en cada línea de operación.																																					
<b>No. De Revisión</b>	<b>Fecha de Última revisión</b>	<b>Elaboración Puesto</b>	<b>Aprobación Puesto</b>	<b>Motivo de Revisión</b>																																	
0	2021_08_20	Coordinador Inocuidad	Director de Operaci	Actualización de prerrequisitos y revisión general de operación estándar. Se Incluyen nuevo componentes de las maquinas, escaleras, soportes metálicos. (ver cambios de color																																	

Anexo 4 Diseño de cursos, elaboración de cuestionarios e implementación en sitio web de la empresa




### OE-PR-01 Limpieza Superficial Inyección

Finish Cancel

Nombre completo \*

¿Conoces y aplicas esta operación estándar?

a) Sí  
 b) No  
 c) No me interesa

¿Te comprometes a ejecutar el procedimiento establecido y si fuera necesario aportar ideas para mejora?

a) Sí  
 b) No  
 c) No me interesa

¿Cuál sería el impacto de no aplicar la operación establecida?

a) Posible contaminación cruzada del producto por falta de limpieza, falta de higiene e impacto a la inocuidad.  
 b) Ahorro tiempo si lo hago a mi manera, además no pasa nada  
 c) Ninguna

Finish Cancel

### Cuestionario NOM06 STPS

Next Save and Close Cancel

Instrucciones: Contesta las siguientes preguntas de acuerdo a lo que se te pide.

Nombre: \*

Fecha: \*

1 - ¿Menciona a que se refiere la Nom 006- STPS? \*

Next Save and Close Cancel

+ New    Send by email    Promote Published 9/14/2021

---

1 - 30    View: All Responses

+ new item	Created By	Modified	Completed
<a href="#">View Response #1</a>	... Jose Luis Rodríguez Angeles	September 10	Yes
<a href="#">View Response #2</a>	... Jose Luis Rodríguez Angeles	September 20	Yes
<a href="#">View Response #3</a>	... Produccion 14	September 22	Yes
<a href="#">View Response #4</a>	... Practicante RH	September 22	Yes
<a href="#">View Response #5</a>	... Ricardo Guillermo Martínez Vargas	September 22	Yes
<a href="#">View Response #6</a>	... Produccion 01	September 22	Yes
<a href="#">View Response #7</a>	... Jose Lopez Garduño	September 22	Yes
<a href="#">View Response #8</a>	... Produccion 04	September 22	Yes
<a href="#">View Response #9</a>	... Produccion 08	September 22	Yes
<a href="#">View Response #10</a>	... Octavio Duran Monteagudo	September 22	Yes
<a href="#">View Response #11</a>	... Produccion 10	September 23	Yes
<a href="#">View Response #12</a>	... Francisco Ponce Sanchez	September 23	Yes
<a href="#">View Response #13</a>	... Produccion 11	September 23	Yes
<a href="#">View Response #14</a>	... Produccion 11	October 8	Yes

Anexo 5 Programa y seguimiento a capacitaciones en temas de ergonomía

Lista y seguimiento a capacitaciones Esquema FSSC 22000, Mejora continua (ergonomía) -2021

Elaboro: Ing. José Luis Rodríguez Angeles																						
Control de personal					Listado de cursos (Generando una cultura de inocuidad)													Ergonomia				
NO.	Administración	Puesto	Departamento	Genero	Manejo Integrado de Plagas	BPM Y producto inocuo	Microbiología e inocuidad	Prerrequisitos ISO TS 22002-4	Food defense	Food Fraud	HACCP	Requisitos adicionales	Alérgenos	Objetivos y política de inocuidad	Seguimiento a PPRO	Curso ISO 22000	Cultura de inocuidad	Toma de conciencia	Equipos de Inocuidad y mejora ergonomica			
																			OE-PR-01 Limpieza superficial de maquina	NOM-006 STPS Manejo de cargas manuales	NOM 035 Factores de riesgo psicosocial en el trabajo	Liderazgo
503	ALANUZA MARTINEZ NICOLASA	Empacadora	Producción	F	ok	ok	ok	OK	ok	ok	0	0	ok	OK	na	OK	OK	OK	ok	OK	ok	ok
524	REYES NAVA MARIA DEL CARMEN	Empacadora	Producción	F	ok	ok	ok	ok	OK	ok	0	0	0	0	na	0	OK	OK	ok	OK	ok	0
533	BERNARDINO MARCOS ROCIO	Empacadora	Producción	F	ok	ok	ok	OK	ok	0	0	ok	0	0	na	0	OK	OK	0	OK	ok	ok
597	SALINAS HERNANDEZ EDILIA	Empacadora	Producción	F	ok	ok	ok	ok	ok	ok	0	ok	ok	ok	na	OK	OK	ok	ok	OK	ok	ok
604	TELLES GONZALEZ MARIBEL	Empacadora	Producción	F	OK	ok	ok	ok	OK	ok	0	0	ok	OK	na	ok	OK	OK	ok	OK	ok	ok
611	SOLANO ESTRADA TERESA	Empacadora	Producción	F	ok	ok	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	na	OK	0	OK	ok	OK	ok	ok
616	MATEO ENRIQUEZ MARIA ISABEL	Empacadora	Producción	F	ok	OK	0	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	na	OK	OK	OK	ok	OK	ok	ok
626	SAMANO GALCIA PATRICIA	Empacadora	Producción	F	ok	ok	ok	ok	ok	0	0	ok	0	0	na	OK	OK	OK	ok	OK	ok	ok
631	CALIXTO SANDOVAL MARICRUZ	Empacadora	Producción	F	ok	ok	ok	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	na	OK	OK	OK	ok	OK	ok	ok
637	MATEO SANTIAGO LUZ MREYA	Empacadora	Producción	F	ok	ok	ok	ok	ok	ok	OK	OK	OK	ok	na	OK	OK	OK	ok	OK	ok	ok
664	MARTINEZ CLEMENTE ADRIANA	Empacadora	Producción	F	ok	ok	ok	ok	OK	ok	ok	ok	OK	OK	na	ok	OK	OK	ok	0	ok	ok
677	CRUZ GONZALEZ RUBI	Empacadora	Producción	F	ok	ok	ok	ok	OK	OK	OK	OK	OK	ok	na	ok	OK	OK	ok	OK	ok	ok
690	SANTOS HERNANDEZ ERIKA	Empacadora	Producción	F	ok	ok	ok	ok	ok	OK	OK	0	OK	0	na	0	0	OK	ok	OK	ok	ok
694	SERAPIO LOPEZ PATRICIA	Empacadora	Producción	F	ok	ok	ok	OK	OK	ok	0	0	OK	OK	na	OK	OK	0	0	OK	0	ok
700	MATEO ARENAS BELEN	Empacadora	Producción	F	ok	ok	OK	OK	OK	OK	0	OK	OK	ok	na	0	0	ok	ok	OK	ok	ok
711	SOTO SANCHEZ CANDELARIA	Empacadora	Producción	F	ok	OK	OK	ok	ok	ok	OK	OK	OK	ok	na	0	0	ok	ok	OK	ok	ok
721	PICHARDO JAME SAMUEL	Empacador	Producción	M	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	0	0	na	0	OK	0	ok	OK	ok	ok
725	SANCHEZ GARCIA ROSALINDA	Empacadora	Producción	F	ok	ok	OK	ok	OK	ok	OK	OK	OK	OK	na	OK	OK	OK	ok	OK	ok	ok
733	GONZALEZ SALINAS JANETH	Empacador	Producción	F	OK	0	ok	ok	ok	OK	0	0	0	0	na	ok	ok	OK	ok	0	ok	ok
736	MONROY SALINAS LAURA	Empacadora	Producción	F	OK	ok	ok	ok	ok	OK	0	OK	OK	OK	na	0	0	OK	ok	OK	ok	ok
744	DOMNGO SANTIAGO ROSALBA	Empacadora	Producción	F	ok	ok	ok	OK	OK	0	0	0	0	0	na	OK	OK	OK	ok	OK	ok	ok
747	JESUS LOPEZ LORENZO	Empacador	Producción	M	OK	ok	ok	ok	ok	OK	0	0	OK	0	na	0	0	OK	ok	OK	ok	ok
757	GONZALEZ LOPEZ BLANCA	Empacador	Producción	F	ok	ok	ok	ok	OK	ok	OK	OK	OK	ok	na	OK	OK	ok	ok	0	ok	ok
764	GONZALEZ SALINAS NELLY	Empacador	Producción	F	ok	ok	ok	ok	OK	OK	0	OK	OK	na	0	0	OK	ok	OK	ok	ok	ok
779	MONTOYA NARCISO JUANA	Empacador	Producción	F	ok	ok	ok	OK	ok	OK	0	OK	ok	na	0	0	ok	ok	OK	ok	ok	ok
786	SALINAS SAMANO VERONICA	Empacador	Producción	F	ok	ok	OK	OK	ok	0	0	0	0	0	na	0	0	ok	ok	OK	ok	ok
795	MORALES MORENO OLGA LIDIA	Empacador	Producción	F	ok	ok	OK	ok	OK	OK	ok	ok	OK	OK	na	0	OK	OK	ok	OK	ok	0
798	MATEO MATEO MARICELA	Empacador	Producción	F	ok	ok	ok	OK	ok	ok	OK	OK	OK	ok	na	OK	OK	0	ok	OK	ok	ok
799	DE LA CRUZ POBLANO LORENA	Empacadora	Producción	F	OK	ok	OK	OK	OK	OK	0	OK	OK	na	OK	OK	OK	ok	OK	ok	ok	ok
807	FLORES SOTO SUSANA	Empacador	Producción	F	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	OK	OK	na	OK	OK	0	ok	OK	ok	ok
808	MARTINEZ CLEMENTE JOSE LUIS	Empacador	Producción	M	ok	ok	ok	OK	ok	ok	OK	OK	ok	ok	na	ok	OK	OK	0	OK	0	ok
809	JIMENEZ GONZALEZ GRACIELA	Empacador	Producción	F	ok	ok	OK	ok	ok	ok	ok	OK	OK	na	OK	OK	OK	ok	OK	ok	ok	ok
815	SALINAS SALINAS LUIS	Empacador	Producción	M	ok	ok	ok	ok	ok	OK	0	0	0	0	na	0	0	OK	ok	OK	ok	ok
817	REYES SALAZAR ROSALINA	Empacador	Producción	F	ok	ok	ok	ok	OK	ok	OK	ok	OK	OK	na	OK	OK	ok	ok	OK	ok	ok
822	LOPEZ NEJA MARCO ANTONIO	Empacador	Producción	M	ok	ok	ok	ok	OK	ok	0	0	OK	OK	na	0	0	OK	ok	OK	ok	ok
826	CRUZ VIEYRA MARIA MAGDALENA	Empacador	Producción	F	ok	0	ok	ok	ok	ok	0	0	0	0	na	0	0	OK	ok	0	ok	ok
831	MATEOS SAMANO LUIS ANGEL	Empacador	Producción	M	ok	ok	ok	ok	ok	ok	OK	OK	0	na	OK	OK	0	ok	OK	ok	ok	ok
836	PUCHETA REYES JUAN RAMON	Empacador	Producción	M	ok	ok	OK	OK	OK	ok	0	0	OK	0	na	0	0	ok	OK	ok	ok	ok
837	HERNANDEZ CRUZ YOLANDA	Empacador	Producción	F	ok	ok	OK	ok	ok	OK	OK	OK	0	na	0	OK	0	ok	OK	ok	ok	ok
841	SANCHEZ OCTAVIANO ANALI	Empacador	Producción	F	ok	ok	ok	ok	OK	OK	0	0	0	0	na	OK	0	OK	ok	OK	ok	ok
842	JACOME ARCOS AGUSTIN	Empacador	Producción	M	ok	ok	ok	OK	ok	OK	OK	OK	OK	na	0	0	OK	ok	0	ok	ok	ok
843	GERVACIO TELESFORO VIVIANA	Empacador	Producción	M	ok	ok	OK	ok	ok	ok	OK	OK	OK	OK	na	0	OK	OK	ok	OK	ok	ok
844	MARTINEZ GARCIA JOSE	Empacador	Producción	M	ok	ok	ok	ok	ok	OK	ok	OK	OK	0	na	0	0	ok	OK	ok	ok	ok
845	VALDEZ PEREZ ESMERALDA	Empacador	Producción	F	ok	ok	ok	ok	OK	0	0	OK	0	0	na	OK	OK	OK	ok	OK	ok	ok
847	RODRIGUEZ JACINTO ANA MARIA	Empacador	Producción	M	OK	ok	ok	ok	ok	ok	OK	OK	0	OK	na	0	0	ok	ok	OK	ok	0
849	MANZANO GARCIA BRIANDA JAZMIN	Empacador	Producción	F	ok	ok	ok	OK	OK	ok	OK	ok	OK	OK	na	ok	OK	OK	ok	OK	ok	ok
856	GONZALEZ CRUZ MONICA	Empacador	Producción	F	ok	OK	ok	ok	ok	OK	0	0	OK	0	na	0	0	ok	ok	0	ok	ok
857	HERNANDEZ SANTOS GERARDO	Empacador	Producción	M	ok	ok	ok	ok	OK	OK	0	0	OK	0	na	0	0	ok	OK	0	ok	ok
858	HERNANDEZ ESTANISLAO LETICIA	Empacador	Producción	F	ok	ok	ok	ok	0	0	0	0	OK	0	na	0	OK	OK	ok	ok	ok	ok
					98	93	98	95	95	79	68	70	77	62	95	58	71	65	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
					<b>80.27</b>													<b>91.20</b>				
					<b>% de participación</b>													<b>% de capacitación</b>				
					<b>Curso</b>													<b>Liderazgo</b>				
					Manejo Integrado de Plagas	BPM Y producto inocuo	Microbiología e inocuidad	Prerrequisitos ISO TS 22002-4	Food defense	Food Fraud	HACCP	Requisitos adicionales	Alérgenos	Objetivos y política de inocuidad	Seguimiento a PPRO	Curso ISO 22000	Cultura de inocuidad	Toma de conciencia	OE-PR-01 Limpieza superficial de maquina	NOM-006 STPS Manejo de cargas manuales	NOM 035 Factores de riesgo psicosocial en el trabajo	Liderazgo

Anexo 6 Tabla para seguimiento personal y de todas las capacitaciones

Seguimiento de capacitaciones NOM-006 STPS Manejo de cargas manuales																			
Control de personal					Respuestas							Estatus							
NO.	Nombre	Puesto	Departamento	Gene.									Acierto	Calificaci					
4	ARZATE PAULINO TOMAS	Op. De Inyección	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	13	100.00	
47	VILLEGAS CONTRERAS MARIO	Op. De Impresora	Producción	M	a	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	8	61.54
66	COLIN RODRIGUEZ GISELDA	Asist. De Producción	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	13	100.00	
77	MARTINEZ RESENDIZ CESAR	Op. De Inyección	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	12	92.31	
84	FLORES MARCIAL ALEJANDRO	Op. De Inyección	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	11	84.62	
99	PASCUAL GUZMAN FRANCISCO JAVIER	Resp. Planeación	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	13	100.00	
127	NARCISO GARCIA SALVADOR	Op. De Inyección	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	13	100.00	
139	PONCE SANCHEZ FRANCISCO	Director de Operaciones	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	13	100.00	
503	ALANUZA MARTINEZ NICOLASA	Empacadora	Producción	F	a	(a)	(e)	(c)	(m)	(c)	(e)	(a)	(e)	(b)	(n)	Cur	10	76.92	
510	GARCIA ALANUZA MARCO ANTONIO	Op. De Ensamble	Producción	M	b	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	10	76.92
524	REYES NAVA MARIA DEL CARMEN	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	13	100.00	
533	BERNARDINO MARCOS ROCIO	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	11	84.62	
558	DE JESUS HERNANDEZ YOLANDA	Intendencia	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Res	13	100.00	
581	SANTIAGO SALVADOR ARTURO	Ayudante de Operador	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	SIG	11	84.62	
597	SALINAS HERNANDEZ EDILIA	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	PAF	12	92.31	
604	TELLES GONZALEZ MARIBEL	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	13	100.00	
608	SILVA GARCIA ELEUTERIO	Ayudante de Operador	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	13	100.00	
611	SOLANO ESTRADA TERESA	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Res	10	76.92	
616	MATEO ENRIQUEZ MARIA ISABEL	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	13	100.00	
626	SAMANO GALICIA PATRICIA	Empacadora	Producción	F	a	(a)	(e)	(c)	(m)	(c)	(e)	(a)	(e)	(b)	(n)	Cur	11	84.62	
631	CALIXTO SANDOVAL MARICRUZ	Empacadora	Producción	F	a	(a)	(e)	(c)	(m)	(c)	(e)	(a)	(e)	(b)	(n)	Res	10	76.92	
637	MATEO SANTIAGO LUZ MIREYA	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Ma	12	92.31	
664	MARTINEZ CLEMENTE ADRIANA	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Tor	12	92.31	
677	CRUZ GONZALEZ RUBI	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Lle	11	84.62	
690	SANTOS HERNANDEZ ERIKA	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	13	100.00	
691	SIMON BARTOLO MARCOS	Op. Maquina S&F	Producción	M	a	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	9	69.23
693	OLMOS SALINAS OSCAR	Op. Maquina S&F	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Ma	11	84.62	
694	SERAPIO LOPEZ PATRICIA	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	SIG	12	92.31	
700	MATEO ARENAS BELEN	Empacador	Producción	F	a	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	9	69.23
711	SOTO SANCHEZ CANDELARIA	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	En	9	69.23	
721	PICHARDO JAIME SAMUEL	Empacador	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Cur	11	84.62	
723	SANCHEZ BECERRIL BENJAMIN	Ayudante de Impresión	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Cur	11	84.62	
725	SANCHEZ GARCIA ROSALINDA	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Cur	10	76.92	
733	GONZALEZ SALINAS JANETH	Empacador	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Evi	10	76.92	
736	MONROY SALINAS LAURA	Empacadora	Producción	F	c	(a)	(e)	(c)	(m)	(c)	(e)	(a)	(e)	(b)	(n)	Res	8	61.54	
744	DOMINGO SANTIAGO ROSALBA	Empacadora	Producción	F	b	(c)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	6	46.15
747	JESUS LOPEZ LORENZO	Empacador	Producción	M	a	(a)	(e)	(c)	(m)	(c)	(e)	(a)	(e)	(b)	(n)	Por	9	69.23	
749	VALENCIA JORGE ANGEL	Op. Ensamble	Producción	M	a	(a)	(e)	(c)	(m)	(c)	(e)	(a)	(e)	(b)	(n)	Lle	10	76.92	
751	ANGELES SEGUNDO EMMANUEL	Op. Maquina S&F	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Ha	10	76.92	
757	GONZALEZ LOPEZ BLANCA	Empacador	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Res	11	84.62	
764	GONZALEZ SALINAS NELLY	Empacador	Producción	F	b	(c)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	10	76.92
766	DOMINGUEZ VIDAL ALEXANDER	Ayudante de Operador	Producción	M														0.00	
779	MONTOYA NARCISO JUANA	Empacador	Producción	F	c	(a)	(e)	(c)	(m)	(c)	(e)	(a)	(e)	(b)	(n)	-	7	53.85	
786	SALINAS SAMANO VERONICA	Empacador	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Cla	12	92.31	
795	MORALES MORENO OLGA LIDIA	Empacador	Producción	F	c	(a)	(e)	(c)	(m)	(c)	(e)	(a)	(e)	(b)	(n)	Res	11	84.62	
797	RAMIREZ AYALA ARTURO	Ayudante de Operador	Producción	M														0.00	
798	MATEO MATEO MARICELA	Empacador	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Nir	13	100.00	
799	DE LA CRUZ POBLANO LORENA	Empacadora	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Cur	10	76.92	
807	FLORES SOTO SUSANA	Empacador	Producción	F	b	(c)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	8	61.54
808	MARTINEZ CLEMENTE JOSE LUIS	Empacador	Producción	M	a	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	10	76.92
809	JIMENEZ GONZALEZ GRACIELA	Empacador	Producción	F	a	(c)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	9	69.23
811	FRANCO HERNANDEZ LUIS ALBERTO	Op. De Ensamble	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Ma	12	92.31	
812	SEBASTIAN HERNANDEZ CIPRIANO	Op. De Ensamble	Producción	M	c	(a)	(e)	(c)	(m)	(c)	(e)	(a)	(e)	(b)	(n)	Asc	9	69.23	
815	SALINAS SALINAS LUIS	Empacador	Producción	M	a	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	6	46.15
817	REYES SALAZAR ROSALINA	Empacador	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Cur	10	76.92	
822	LOPEZ MEJIA MARCO ANTONIO	Empacador	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Cur	11	84.62	
826	CRUZ VIEYRA MARIA MAGDALENA	Empacador	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Seg	11	84.62	
831	MATEOS SAMANO LUIS ANGEL	Empacador	Producción	M	a	(a)	(e)	(c)	(m)	(c)	(e)	(a)	(e)	(b)	(n)	Cur	11	84.62	
836	PUCHETA REYES JUAN RAMON	Empacador	Producción	M	a	(a)	(e)	(c)	(m)	(c)	(e)	(a)	(e)	(b)	(n)	Lle	8	61.54	
837	HERNANDEZ CRUZ YOLANDA	Empacador	Producción	F	b	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	10	76.92
840	RAMIREZ JAIMES ROBERTO	Empacador	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Sig	9	69.23	
841	SANCHEZ OCTAVIANO ANALI	Empacador	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Res	10	76.92	
842	JACOME ARCOS AGUSTIN	Empacador	Producción	M	a	(c)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	6	46.15
843	GERVACIO TELESFORO VIVIANA	Empacador	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Ha	13	100.00	
844	MARTINEZ GARCIA JOSE	Empacador	Producción	M	a	(a)	(e)	(c)	(m)	(c)	(e)	(a)	(e)	(b)	(n)	Res	10	76.92	
845	VALDEZ PEREZ ESMERALDA	Empacador	Producción	F														0.00	
846	AQUINO AGUILAR GERARDO	Empacador	Producción	M														0.00	
847	RODRIGUEZ JACINTO ANA MARIA	Empacador	Producción	M	a	(c)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	8	61.54
849	MANZANO GARCIA BRIANDA JAZMIN	Empacador	Producción	F	a	(c)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	7	53.85
856	GONZALEZ CRUZ MONICA	Empacador	Producción	F	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Cur	12	92.31	
857	HERNANDEZ SANTOS GERARDO	Empacador	Producción	M	b	a	e	c	m	c	e	a	e	b	n	Sig	11	84.62	
858	HERNANDEZ ESTANISLAO LETICIA	Empacador	Producción	F														0.00	



Anexo 8 Check list de verificación de nuevo playo adquirido (Peso de 1.5 kg)

<b>REPORTE DE INSPECCION DE MATERIALES</b>											
Fecha de recepcion de material: _____											
No. Factura <input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>			No. Lote <input style="width: 150px; height: 20px;" type="text"/>								
Proveedor: <b>SACOS DE POLIPROPILENO ESPECIALIZADOS, S.A. DE C.V.</b>				Certificado de Calidad: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>							
Producto: Pelicula Strech FILM PREESTIRADO MANUAL 17 - 30 - 1500				Cantidad:							
PARÁMETRO	ESPECIFICACIONES	MÉTODO	TOLERANCIA	RESULTADO							ACEPTADO (✓) RECHAZADO (X)
				VALOR 1	VALOR 2	VALOR 3	VALOR 4	VALOR 5	PROMEDIO		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS											
ANCHO DE ROLLO	17 ± 0.25 in	FLEXOMETRO	16.75 a 17.25 in								
(*) CALIBRE (EL CALIBRE DE LA PELICULA PUEDE SER MAYOR; PERO NUNCA MENOR AL LIMITE INFERIOR ESPECIFICADO).	30 ± 5 µ	MEDIDOR DE ESPESORES	25 a 35 µ								
(*) PESO NETO /ROLLO PESO BRUTO MENOS 385 grs DE CORE	1.39 ± 0.0695 kg	BASCULA	1.321 a 1.460 kg								
(*) LONGITUD DEL ROLLO. PUEDE SER MAYOR; PERO NUNCA MENOR AL LIMITE INFERIOR ESPECIFICADO	1,400 ft	DATO DE PROVEEDOR	1400 ft Min.								
(*) RESISTENCIA DE PELÍCULA	La película debe resistir sin rasgarse. Película íntegra, no debe presentar perforaciones o rasgaduras.	PRUEBA DE EMPLEAYE	N/A								
ASPECTO	Película natural translúcida incolora.	VISUAL	N/A								
COLOR	Película transparente o incolora.	VISUAL	N/A								
CONTAMINACIÓN	Ausencia de contaminantes de origen físico, ajenos incrustados y/o sueltos (metal, madera, plástico, carbonizaciones, polvo, plagas) (Incluyendo empaque y tarima).	VISUAL	N/A								
EMPAQUE	Sobre tarima protegido con separadores de cartón (entre rollos y entre camisas), sin rupturas, sin golpes, no debe mostrar signos de haber sido abierto antes de su recepción. Sobre tarima, emplayado incluida la parte superior; libre de polvo. Identificado con el material que contiene.	VISUAL	N/A								
IDENTIFICACIÓN	El material deberá ser identificado con: Descripción del producto, lote y fecha de fabricación.	VISUAL	N/A								
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS											
OLOR	Característico	SENSORIAL	N/A								
CONTAMINACIÓN	Ausencia de contaminantes de origen químico (condensaciones, óxido, grasa, aceite, carbonizaciones, entre otros).	SENSORIAL	N/A								
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS											
	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1 = OK      2 = NO OK      3 = DATO REPORTADO EN CERTIFICADO DE CALIDAD      4 = DATO REPORTADO EN LA HOJA TECNICA DEL MATERIAL											
MATERIAL:      ACEPTADO <input type="checkbox"/> ACEPTADO CON DESVIACIÓN <input type="checkbox"/> NO CONFORME <input type="checkbox"/>											
TAMAÑO DE MUESTRA: <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>											
EN CASO DE SER ACEPTADO CON DESVIACION DOCUMENTE LAS ACCIONES CORRECTIVAS											
OBSERVACIONES _____											
ASEG. DE CALIDAD _____						RECIBIDO ALMACEN _____					

Anexo 9 Análisis económico de implementación de equipos ergonómicos

inclusión del tema en su proyecto de investigación

Precio Unitario (costo en pesos mexicanos por millar)

85.35

Capacidad de producción (24 horas máquina)  
Piezas por día

1,700,000



The screenshot shows the SAP Item Master Data for item 270100. The main view displays 'Tapa 27\_22\_3 Natural Alaska' with various attributes like 'Material', 'Product Code', and 'Cost Method'. The 'General' tab is active, showing 'Standard Unit Cost' as 85.35000 and 'Current Unit Cost' as 88.29849. The 'BOM View' tab is also visible, showing a list of materials used in the production of this item.

Inversion inicial para 20 líneas de producción  
escaleras ergonomicas con vida util de 5 años.

258262.4

BOM View		ITEM: 270100, Tapa 27_22_3 Natural Alaska, MIL		OPERATION: 10, WC: CT27, Centro de Trabajo Tapa 27, Machine		MATERIAL: 11001, HDPE J50-1000-178, 1.50000000 KG, per U, M, I	
Material:	13011	Caja Exportacion	0.18687000	PZ	per U, M, I		
Material:	13009	Cinta Natural	0.00250000	PZ	per U, M, I		
Material:	13028	Bolsa PE BD Sello Estrella CHEP CAL 120	0.01095000	KG	per U, M, I		
Material:	13016	Etiqueta Termica Verde 372C	0.18687000	PZ	per U, M, I		
Material:	13005	Tarima Tratada Gris 1.15 X 1.15	0.00556000	PZ	per U, M, I		
Material:	13036	Pelicula Stretch Film Manual 17/30/1500	0.00014000	PZ	per U, M, I		
Material:	13038	Pelicula Stretch Film Maquin 19.5/50/8000	0.00007000	PZ	per U, M, I		

PARAMETRO	unidad PP 30" x 1" MOLDE 11309	TAPA 27
1. Altura (pulg)	13.12 x 0.10 mm	12.87 x 0.10 mm
2. Diámetro exterior (pulg)	26.11 x 0.10 mm	26.00 x 0.10 mm
3. Diámetro exterior del collar de alfiler (pulg)	22.11 x 0.10 mm	22.21 x 0.21 mm
4. Diámetro de conexión (pulg)	26.03 x 0.10 mm	26.00 x 0.10 mm
5. Diámetro de conexión (mm)	26.03 x 0.20 mm	26.15 x 0.21 mm
6. Diámetro interno banda de seguridad (pulg)	26.11 x 0.10 mm	26.26 x 0.20 mm
7. Peso por pieza (g)	1.01 x 0.2 g	1.01 x 0.2 g
8. Espesor de panel (pulg)	0.04 x 0.06 mm	0.02 x 0.02 mm
9. Número de Espinas	020	
10. Tiempo de ciclo recomendado	10 s x 4 in/Min	11 s x 10 in/Min
11. Tiempo de apertura (Cambio de cámara de 12 a 18 in/Min)	4 s x 4 in/Min	4 s x 12 in/Min
12. Prueba de presión a 1 bar por 1 hora (1.45 kg/cm <sup>2</sup> / 100 psi)	NO DEBE FUGAR	
14. Prueba de presión antes de 3 bar (2.1 kg/cm <sup>2</sup> )	LA TAPA NO DEBE ROTARSE / FUGA ACEPTABLE	

	pesos mexic	unidad de medida	g		pallet	kilos	precio por pallet
Resina	47.24	1 kg	1 tapa pesa	1.51 1 kg de resina = a pieza	662.2516556	271800	271.8
Caja	22.13	1 pz					12839.832
Cinta Natural	37.4	1 pz	1 pieza en un pallet				663.9
Bolsa BD	54 pesos	1 kg					37.4
Bolsa AD	55 pesos	1 kg					54
Etiqueta	0.218	1 pz					55
Tarima	141.55	1 pz					13.08
Pelicula estech AD	89.66	1 pz	1 pieza en 22 pallet				141.55
Pelicula estech BD	1010.5	1 pz	1 pieza 22 pallet				89.66
EEP anual	3000	1 pz					1010.5
Sueldo Trabajador	1650	1 semana					24.95798319
Uniforme anual	2700	2 pz					
Capacitación anual	2500	1 Capacitación					
EEP anual	3000	1 pz					
pallets por día	9.44444444						Precio por pallet
pallets semana	66.11111111						14929.87998
costo de venta de un pallet							
Pallet para v	24553.44						

Anexo 10 Ejemplo de secciones de cuestionario de NOM 035

**Acontecimiento traumático severo**

Si  
No

1) ¿Ha presenciado o sufrido alguna vez, durante o con motivo del trabajo u acontecimiento como los siguientes:

A) ¿Accidente que tenga como consecuencia la muerte, la pérdida de un miembro o una lesión grave?

B) ¿Asaltos?

C) ¿Actos violentos que derivaron en lesiones graves?

D) ¿Amenazas?

E) ¿Secuestro?

F) ¿Cualquier otro que ponga en riesgo su vida o salud, y/o la de otras personas?

**Encuesta: Factores de riesgo psicosocial**

Siempre  
Casi siempre  
Algunas veces  
Casi nunca  
Nunca

1) Mi trabajo me exige hacer mucho esfuerzo físico

**Encuesta: Entorno organizacional**

Siempre  
Casi siempre  
Algunas veces  
Casi nunca  
Nunca

1) El espacio donde trabajo me permite realizar mis actividades de manera segura e higiénica