



**Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental**

**Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en  
Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental**

**Propuesta de programa de control de la exposición ocupacional a riesgos  
ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las  
líneas de producción de la empresa HMA Maquilas S.A., ubicada en Heredia,  
Costa Rica**

**Realizado por:**

Fiorella Kikut Lobo

María Jesús Pereira González

Cartago

Noviembre, 2021





Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

## CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE TRABAJO DE FINAL DE GRADUACIÓN

Trabajo Final de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por las profesoras Ing. Adriana Campos Fumero e Ing. María Gabriela Morales Martínez, la asesora académica la Ing. María Gabriela Hernández Gómez y la Coordinación de Proyectos de Graduación la Ing. Mónica Carpio Chaves, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Tecnológico de Costa Rica.

**MARIA GABRIELA  
HERNANDEZ  
GOMEZ (FIRMA)** Firmado digitalmente por  
MARIA GABRIELA  
HERNANDEZ GOMEZ (FIRMA)  
Fecha: 2021.11.25 09:54:30  
-06'00'

---

Ing. María Gabriela Hernández Gómez

Asesora académica

**MONICA MARIA  
CARPIO CHAVES  
(FIRMA)** Firmado digitalmente por  
MONICA MARIA CARPIO  
CHAVES (FIRMA)  
Fecha: 2021.11.25 08:51:49  
-06'00'

---

Ing. Mónica Carpio Chaves

Coordinadora de Trabajo Final de  
Graduación, en representación de la  
Dirección

**ADRIANA MARIA  
CAMPOS FUMERO  
(FIRMA)** Firmado digitalmente por  
ADRIANA MARIA CAMPOS  
FUMERO (FIRMA)  
Fecha: 2021.11.25 09:41:09 -06'00'

---

Ing. Adriana Campos Fumero

Profesora Evaluadora

**TEC | Tecnológico  
de Costa Rica** Firmado digitalmente por MARIA  
GABRIELA MORALES MARTINEZ  
(FIRMA)  
Motivo: Defensa Proyecto  
Ubicación: Cartago  
Fecha: 2021.11.25 09:51:31 -06'00'

---

Ing. María Gabriela Morales Martínez

Profesora Evaluadora

Cartago

25 de noviembre, 2021

## **Dedicatoria**

Quiero darle las gracias a Dios por permitirme finalizar mis estudios de una manera exitosa. Le dedico este proyecto a mis papás y a mi hermano, por su apoyo, esfuerzo y motivación constante durante todos estos años, son las personas más importantes en mi vida. También me gustaría agradecerle a mi amiga y compañera María Jesús, por estar presente desde el primer momento y por pasar este proceso conmigo. Finalmente, gracias a todas las personas que de alguna u otra manera, tuvieron un impacto positivo a lo largo de mi carrera universitaria.

Fiorella Kikut Lobo

## **Dedicatoria**

Quiero agradecer a la vida y universo por esta gran oportunidad de haber culminado este logro tan grande, por no haberme equivocado en la carrera que escogí y por enseñarme que puedo hacer todo lo que me proponga. Agradezco y dedico este proyecto en primer lugar a mi mamá, que es mi mayor motor, pilar y ejemplo a seguir en la vida, la persona que más amo y parte fundamental de todos mis logros. A mi papá, por todo su apoyo, amor incondicional, energía tan linda y levantarme siempre con sus palabras. A mi tito, mi persona de vida, que me cuida desde el cielo y a mi tita, por todos sus chineos y ayuda siempre. A Julio por ser parte y apoyo fundamental en todos mis procesos, por su amor incondicional y estar siempre. A mis tías, por ser personas llenas de amor conmigo, por apoyarme y chinearme. A Ale, Nati y Fabi por ser mis hermanos. A Fio, por ser la mejor colega que pude encontrar, por enseñarme lo que de verdad es un buen equipo y al mismo tiempo una amistad increíble. Por último, a mis amigos, compañeros y profesores que me permitieron forjarme como la profesional que soy y permitirme aprender tanto de ellos.

María Jesús Pereira González

## RESUMEN

El presente proyecto se desarrolló en la empresa HMA Maquilas S.A., localizada en Heredia, la cual se dedica a la maquila, embalaje, desembalaje, etiquetado y distribución de bebidas y alimentos altamente consumidos en el país. La investigación se realizó en las líneas de producción del área de planta, en las que laboran 57 trabajadores y cuenta con nueve líneas de producción.

El objetivo general del proyecto es proponer un programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción; por tanto, para recolectar información para identificar y evaluar las condiciones de riesgo ergonómico y exposición a calor, se aplicaron herramientas propias y existentes, tales como encuestas, actas de muestreo, cuadros de análisis, entre otras.

Como resultado de las condiciones de riesgo ergonómico se obtuvo que, 90 % de las actividades superaron el peso máximo recomendado según la ecuación de NIOSH y la puntuación del *Job Strain Index* indicó alto riesgo en 77,27 % de las tareas. Se concluye que las zonas del cuerpo más afectadas son la espalda alta y baja, las manos y muñecas.

Por otro lado, los índices de estrés térmico de los seis empleados evaluados del área de producción superaron los límites recomendados por la ACGIH para carga de trabajo moderada y pesada (26 °C). En consecuencia, se concluye que estos trabajadores se encuentran expuestos a estrés térmico por calor durante su jornada laboral.

De esta manera, se propone la implementación del Programa de Control de la Exposición Ocupacional a Riesgos Ergonómicos y Estrés Térmico por Calor para los trabajadores de las líneas de producción, el cual incluye controles administrativos e ingenieriles para mitigar los riesgos relacionados a los temas.

**Palabras clave:** ergonomía, estrés térmico por calor, maquila, embalaje y líneas de producción.

## ABSTRACT

The following project was developed in HMA Maquilas S.A., located in Heredia. This organization dedicates to the assembly, packaging, unpacking, labeling and distribution of highly consumed beverages and foods in the country. The research focused on the production lines of the plant area, which has eight active production lines and 57 employees.

The main objective of the project is to propose a program to control occupational exposure to ergonomic risks and thermal stress due to heat for the employees of the production lines; therefore, ergonomic risk conditions and heat exposure were identified and evaluated. To collect information, own and existing tools were applied, such as surveys, sampling reports, data analysis tables, among others.

According to the NIOSH equation, 90 % of the activities exceeded the recommended maximum weight and the *Job Strain Index* score indicated high risk in 77,27 % of the tasks. As a result, it is concluded that the most affected body parts are the upper and lower back, the hands and wrists.

Likewise, the heat stress index evaluated in the production area exceeded the limits recommended by the ACGIH for moderate and heavy workload (26 °C). Therefore, it is concluded that the employees are exposed to heat stress during their working hours, where 72,20 % indicated that the exposure has affected their health.

In this manner, implementing the Program for the Control of Occupational Exposure to Ergonomic Risks and Thermal Stress due to Heat for the workers of the production lines, Will help to mitigate risks related to the issues already mentioned through the administrative and engineering controls.

**Keywords:** ergonomics, heat stress, assembly, packaging and production lines.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	11
A.	Identificación de la empresa.....	11
1.	Visión y misión .....	11
2.	Antecedentes .....	12
3.	Ubicación geográfica.....	12
4.	Organigrama de la organización .....	12
5.	Cantidad de empleados .....	13
6.	Mercado .....	14
7.	Proceso productivo .....	14
B.	Planteamiento del problema.....	15
C.	Justificación del proyecto .....	16
D.	Objetivos del proyecto.....	19
1.	Objetivo general.....	19
2.	Objetivos específicos .....	19
E.	Alcances y limitaciones .....	20
1.	Alcances .....	20
2.	Limitaciones .....	20
II.	MARCO TEÓRICO.....	22
III.	METODOLOGÍA.....	28
A.	Tipo de investigación.....	28
B.	Fuentes de información.....	28
1.	Fuentes primarias .....	28
2.	Fuentes secundarias.....	30
3.	Fuentes terciarias .....	30
C.	Población y muestra.....	30
D.	Operacionalización de variables .....	33
E.	Descripción de las herramientas de investigación .....	38
1.	Fase de identificación de las condiciones de riesgo .....	38
2.	Fase de evaluación de la exposición ocupacional de los colaboradores ..	41
3.	Fase de diseño de medidas de control .....	47
F.	Plan de análisis .....	49
1.	Fase de identificación de las condiciones de riesgo en el local de trabajo	51
2.	Fase de evaluación de la exposición ocupacional de los colaboradores ..	52
3.	Fase de diseño de medidas de control .....	57
IV.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	59

A.	Condiciones de riesgo ergonómico y de evaluación ergonómica.....	59
1.	Ergonomic assessment checklist.....	59
2.	Cuestionario de dolencias musculoesqueléticas de la Universidad de Cornell.....	60
3.	Método de evaluación de posturas forzadas (REBA) .....	62
4.	Método de evaluación de la repetitividad de los movimientos (JSI).....	64
5.	Ecuación de NIOSH.....	65
B.	Condiciones de riesgo y evaluación de la exposición a estrés térmico por calor.....	68
1.	Encuesta higiénica sobre las condiciones de estrés térmico por calor al que se puede encontrar expuesto el personal de la empresa .....	68
2.	Encuesta sobre situación actual de la empresa en tema de estrés térmico por calor al encargado de salud de la consultora GACSO en HMA Maquilas S.A.....	69
3.	Encuesta de insatisfacción laboral sobre estrés térmico por calor dirigida a los trabajadores del área de producción de la empresa .....	69
4.	Características físicas.....	70
5.	Aislamiento térmico de la vestimenta.....	71
6.	Carga metabólica de la actividad .....	72
7.	Condiciones termohigrométricas.....	72
8.	Índice de sudoración requerida (SWreq).....	77
9.	Índice de sobrecarga calórica .....	78
V.	CONCLUSIONES.....	79
VI.	RECOMENDACIONES .....	80
VII.	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	81
VIII.	BIBLIOGRAFÍA .....	171
IX.	APÉNDICES.....	180
X.	ANEXOS.....	232

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la empresa HMA Maquilas S.A. ....	12
Figura 2. Organigrama de la empresa HMA Maquilas S.A. ....	13
Figura 3. Puntos de medición para estrés térmico por calor .....	32
Figura 4. Plan de análisis del proyecto .....	50
Figura 5. Ecuación de NIOSH .....	55
Figura 6. Ecuación del índice de levantamiento (LI) .....	55
Figura 7. Límite de peso recomendado por la ecuación de NIOSH y peso de las cargas levantadas por los colaboradores evaluados .....	66
Figura 8. Nivel de sensación térmica de los trabajadores .....	70
Figura 9. Índice de estrés térmico (TGBH) de las mediciones tomadas en el punto de entrada de los hornos de cada línea asociada.....	75
Figura 10. Índice de estrés térmico (TGBH) de las mediciones tomadas en el punto de salida de los hornos de cada línea correspondiente .....	77

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cantidad de empleados por área de la empresa HMA Maquilas S.A...	13
Cuadro 2. Horario de trabajo del personal operativo.....	33
Cuadro 3. Operacionalización de las variables del proyecto.....	34
Cuadro 4. Resumen de resultados del ergonomic assessment checklist de las tareas evaluadas.....	59
Cuadro 5. Resumen de resultados del Cuestionario de dolencias musculoesqueléticas de la Universidad de Cornell de los trabajadores evaluados .....	61
Cuadro 6. Resumen de resultados REBA de las tareas evaluadas .....	62
Cuadro 7. Resumen de resultados JSI de las tareas evaluadas.....	64
Cuadro 8. Índice de levantamiento por tareas.....	67
Cuadro 9. Características físicas de los colaboradores del área de producción ...	70
Cuadro 10. Estimación de la carga metabólica de los colaboradores del área de producción de HMA Maquilas S.A. según la norma INTE/ISO 8996:2005.....	72
Cuadro 11. Condiciones termohigrométricas en el área de producción de HMA Maquilas S.A. para las líneas de producción 2, 7 y 8.....	73
Cuadro 12. Condiciones termohigrométricas en el área de producción de HMA Maquilas S.A. para las líneas de producción 2, 7 y 8.....	76
Cuadro 13. Índice de sudoración requerida para los seis colaboradores evaluados .....	77
Cuadro 14. Índice de sobrecarga calórica para los seis colaboradores evaluados .....	78

## I. INTRODUCCIÓN

### A. Identificación de la empresa

HMA Maquilas S.A. es una compañía especializada en la prestación de servicios en el campo de maquilado. En sus 18 años de actividad, han experimentado un notable crecimiento a través del desarrollo y ejecución de importantes proyectos de la mano de sus clientes, en temas de termoformado, reempaque y etiquetado. Su crecimiento y diversificación de servicios constituye el principal objetivo de la empresa y sus actividades se encuentran en proceso de expansión hacia nuevos sectores y mercados nacionales e internacionales (Méndez, 2021).

#### 1. Visión y misión

##### a. Visión

“Ser la mejor empresa de empaque y logística para el éxito del mercadeo y ofertas con valor agregado de nuestros clientes en la región centroamericana, desarrollándonos como el complemento ideal y por excelencia en la industrial regional, asegurando así la mejora continua e innovación constante y diversificada, donde nuestra cultura de excelencia operativa, prontitud de respuesta y alto nivel de atención al detalle con personal capacitado y motivado sean nuestros elementos diferenciales” (HMA Maquilas S.A., 2021).

##### b. Misión

“Ser una empresa costarricense que presta servicios de empaque y logística de forma innovadora, con materiales de primera calidad, personal motivado y capacitado, todo esto unido para prestar servicios de la manera más eficiente, oportuna y de alta calidad; nos diferencia el conocimiento de nuestro equipo humano tecnológicamente apoyado y nuestro compromiso de presentar las soluciones de mercado alrededor de la confección, transformación, modificación, empaque y etiquetado de productos actuales o de próximo lanzamiento” (HMA Maquilas S.A., 2021).

## 2. Antecedentes

La empresa HMA Maquilas S.A. se fundó en el año 2003 y se introdujeron en el mercado nacional como un canal de distribución que proporciona productos a diversos clientes con necesidades de consumo alimenticio de agua embotellada. En el año 2008 comenzaron los trabajos de producción de ensamble, etiquetado y desensamble de alimentos y bebidas.

## 3. Ubicación geográfica

HMA Maquilas S.A. cuenta con instalaciones de 100 metros cuadrados para oficinas y 2300 metros cuadrados de almacenaje y producción. Están ubicados en Heredia, Los Lagos, 3, Rincón de Sabanilla, frente al Walmart del Este de Heredia, a un costado de Etipress (ver figura 1).



Figura 1. Mapa de ubicación de la empresa HMA Maquilas S.A.

Fuente: Carpio, M. J. (2021).

## 4. Organigrama de la organización

La estructura organizativa de HMA Maquilas S.A. se muestra en la siguiente figura y está encabezada por la Gerencia General, seguida de ocho departamentos de trabajo. Cabe destacar que los servicios de Salud y Seguridad Ocupacional los

brinda la empresa de Grupo Asesores y Consultores en Salud Ocupacional (GACSO S.A.) por medio de *outsourcing*.

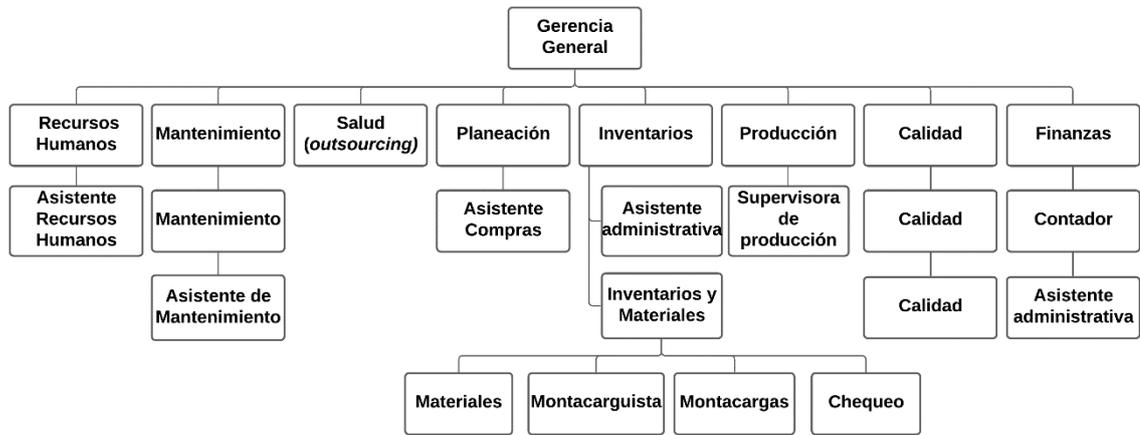


Figura 2. Organigrama de la empresa HMA Maquilas S.A.

Fuente: Jiménez, S. (2021).

## 5. Cantidad de empleados

HMA Maquilas S.A. actualmente cuenta con un recurso humano de 131 personas en sus sedes de Heredia y Alajuela. En el cuadro 1 se detalla la cantidad de empleados por área de trabajo.

**Cuadro 1.** Cantidad de empleados por área de la empresa HMA Maquilas S.A.

Área	Cantidad de empleados
Producción/Planta	57
Montacarguistas planta	2
Producción/Administrativos	2
Electromecánica	2
Mantenimiento	1
Administrativos	2
Recursos Humanos	2
Calidad	2
Planeamiento	1
Inventarios	8
Centro de Distribución	49
Transporte y distribución	3

La jornada laboral del personal administrativo es de 7:30 a.m. a 5:00 p.m.,

mientras que el personal del área de producción cumple con un horario que puede ir desde las 6:00 a.m. hasta las 6:00 p.m., debido a que, según la línea de producción en la cual laboran, su horario de ingreso y de salida cambia, cumpliendo siempre su jornada de ocho horas de trabajo al día.

## **6. Mercado**

La empresa trabaja con diversos clientes y empresas nacionales e internacionales, como lo son: FIFCO, COCA COLA FEMSA, PRO Snacks, Grupo LALA, Calvo, OKF, Distribuidora Lucema, Henkel, Fábrica Nacional de Licores, El Ángel, Alpiste, KANI, GNC Live Well, Rooster, entre otros.

## **7. Proceso productivo**

En el proceso productivo de la organización, se planifica cuáles productos se van a trabajar según la demanda de los clientes y la disponibilidad de materia prima con que cuente la empresa. Después de recibir los productos con los que deben trabajar, generan las etiquetas y preparan los materiales necesarios para cada pedido. Los productos se colocan en las líneas de ensamblaje correspondientes, donde cada una cuenta con máquinas distintas para dar el formado final de los productos empaquetados, para mayor detalle, el diagrama general de procesos de la empresa se puede ver en el anexo 1. A continuación, se especifican las máquinas presentes en cada línea:

- Línea 1: no está en funcionamiento, pero cuenta con una máquina empacadora SMI y un horno 02HMPL.
- Línea 2: máquina empacadora (PolyPack 01HMPL).
- Línea 3: máquina empacadora 01HMPO y un horno 02HMTF.
- Línea 4: máquina empacadora 02HMPO y un horno 03HMTF.
- Líneas 5 y 9: no poseen máquinas.
- Línea 6: posee dos máquinas, pero solo funciona una a la vez, estas son la máquina de vapor 01HMTV y el horno 04HMTF.
- Línea 7: máquina empacadora 03HMPL y un horno 01HMTF.
- Línea 8: posee un horno 06HMTF.

## **B. Planteamiento del problema**

En el año 2020, el encargado de Salud Ocupacional de la consultora Grupo Asesores y Consultores en Salud Ocupacional (GACSO S.A.) aplicó el Método de Evaluación General de Riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) en la empresa HMA Maquila S.A., con el cual se determinaron los factores de riesgo más prominentes de las actividades de embalaje y etiquetado de productos, presentados en el documento titulado “Panorama de Factores de Riesgo Planta de Producción Mesas de Trabajo (Etiquetadores, Selladores, Hornos)”.

Los resultados de la evaluación realizada muestran que los factores de riesgo con la categoría de estimación más alta alcanzada, la cual se denomina ‘importante’, fueron los ergonómicos y el estrés térmico por calor. Con los resultados encontrados, se pudo determinar que existen factores involucrados en las actividades de embalaje y etiquetado de productos que influyen en la presencia de lesiones y/o enfermedades a nivel musculoesquelético de los colaboradores. Estos factores están relacionados con las características de las actividades, las condiciones del puesto de trabajo, la manipulación de cargas, el desarrollo de procesos a conveniencia por parte del personal y el uso incorrecto de las precintadoras manuales.

Otro aspecto relevante en la realización de las actividades productivas es la exposición a calor, debido a que tres, de las ocho líneas de producción, cuentan con máquinas que alcanzan temperaturas de hasta 300 °C, necesarias para la fabricación de los productos solicitados por los clientes. Además, en la encuesta de clima laboral, aplicada por el Departamento de Recursos Humanos en el 2020, los colaboradores han manifestado quejas sobre la sensación de calor, agotamiento y discomfort, debido a las condiciones del local y a la poca ventilación del área.

Las situaciones descritas anteriormente se han visto reflejadas en los reportes de accidentabilidad de la empresa, donde las dolencias e incapacidades por lesiones a nivel musculoesquelético han provocado bajas en el personal, lo cual representó 20 y 10 accidentes en los años 2019 y 2020 respectivamente, y la sensación de estrés térmico por calor es motivo constante de quejas por parte de los colaboradores. Es importante mencionar que los trabajadores no utilizan equipo

de protección personal que brinde protección contra el calor o lesiones musculoesqueléticas, a menos de que haya una excepción al trabajar con ciertos productos.

En la actualidad, la organización en la sede de Heredia cuenta con 57 colaboradores de las líneas de producción que se encuentran expuestos a dichas condiciones de trabajo y dado que no existe un programa o actividades para el control de los factores de riesgo ergonómicos y de estrés térmico por calor, HMA Maquilas S.A. se ve en la necesidad de implementar un programa de control para la exposición ocupacional a estos dos riesgos.

### **C. Justificación del proyecto**

Las cifras y datos más recientes relacionados con enfermedades y accidentes de trabajo a nivel mundial apuntan que hay un serio problema en este tema, además, indican que ha habido un aumento general en la cantidad de personas que fallecen por causas atribuibles al trabajo, provocadas en su mayoría por enfermedades laborales. En promedio, las estimaciones indican que por día mueren 1 000 personas en el mundo a causa de accidentes laborales y aproximadamente 6 500 fallecen a causa de enfermedades profesionales. Aunado a esto, entre los factores que más contribuyen a la carga mundial de enfermedades profesionales se hallan los de riesgo ergonómico (OIT, 2019).

En Costa Rica, el sector industrial se encuentra dentro de las cuatro actividades económicas con mayor accidentabilidad laboral, representando un total de 14 349 denuncias por siniestralidad profesional en el año 2019. Asimismo, según los casos de siniestralidad del trabajo presentados por el Consejo de Salud Ocupacional en el año 2019, 6 084 estuvieron vinculados a las superficies de trabajo, 5 705 al sobreesfuerzo corporal, 1 163 a la carga y descarga de mercadería y 752 al levantamiento de objetos pesados, donde todos estos factores mencionados anteriormente se encuentran presentes en las tareas que se realizan en la empresa HMA Maquilas S.A.

Los puestos de trabajo diseñados incorrectamente pueden ocasionar dolores y problemas físicos y psicológicos. Estos padecimientos involucran a todos

los sectores de producción junto con todos los espacios de trabajo, ya sea que se trate de tareas en una oficina, en una máquina o en una línea de ensamble. Los diversos problemas modifican el rendimiento de los colaboradores implicados y puede ocasionar el absentismo laboral. Inclusive, en casos extremos, pueden provocar una incapacidad de trabajo, afectando no sólo el bienestar físico y mental de los trabajadores, sino también la productividad de la empresa (Castillo, 2013).

Dicho lo anterior, es muy importante que el puesto de trabajo esté bien diseñado, con el fin de evitar enfermedades vinculadas a condiciones laborales deficientes y del mismo modo, garantizar que el trabajo sea productivo. En HMA Maquila S.A., el tema de la productividad tiene especial relevancia debido a que los trabajadores realizan sus tareas en horarios cronometrados, donde cuentan con una cantidad de tiempo específico para finalizar su labor y muchas veces los clientes se encuentran fuera de la empresa esperando el pedido. Por este motivo, las tareas se deben realizar con una frecuencia rápida, y a la vez con mucho cuidado, para que se cumplan con estos lapsos previamente establecidos.

Las estaciones de trabajo que implican ensamblaje manual durante procesos de producción en serie requieren que los trabajadores tengan un alto nivel de concentración mientras realizan sus tareas, y como se mencionó anteriormente, se realizan en ciclos de hasta ocho horas para una misma actividad, por lo que se presenta repetitividad y monotonía de las labores. Estas condiciones se ven reflejadas en fatiga, afectando la calidad de vida del trabajador y la productividad de la empresa. Cabe destacar que en las tareas de producción en línea con ensamblaje manual se desarrollan las condiciones que llevan a la manifestación de desórdenes musculoesqueléticos de tipo traumático-acumulativos (Vázquez et al., 2009). Los trastornos musculoesqueléticos (TME, por sus siglas) pueden aparecer de forma súbita e impredecible por algún movimiento o levantamiento de carga mal realizado o de manera lenta y pausado, producto de esfuerzos constantes que con el tiempo van acumulando el daño muscular y esquelético (MTMSS, 2019).

En la empresa estudiada se busca convertir la materia prima en un producto terminado, donde su trabajo implica una exposición repetida a actividades con alta demanda física, con posturas incómodas, monotonía, estrés mecánico como

torsiones, compresiones, tracciones y flexiones y estrés por contacto. Todas estas características fueron identificadas en el año 2020, cuando se aplicó el Método de Evaluación General de Riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo con el que se creó el documento titulado “Panorama de Factores de Riesgo Planta de Producción Mesas de Trabajo (Etiquetadores, Selladores, Hornos)”, para priorizar los riesgos de trabajo en la empresa (ver anexo 2).

Por otro lado, al no haber una buena interacción entre los operarios y su puesto de trabajo, estos han presentado quejas verbales al Departamento de Recursos Humano (RRHH) y a los encargados de las líneas, las cuales incluyen fatiga, molestias en las extremidades, adormecimiento de éstas, presencia del síndrome de túnel carpiano y esguinces en las muñecas. Como producto de esta situación, nace la necesidad de implementar medidas de control sobre la salud y seguridad de los trabajadores en el área de ergonomía.

Aunado a lo anterior, el estrés térmico se puede presentar como consecuencia de factores, en conjunto o por separado, que pueden estar presentes en el lugar de trabajo. Algunos de ellos a los cuales se encuentran expuestos los colaboradores del área de producción de HMA Maquilas S.A. son las condiciones ambientales de alta temperatura, movimiento insuficiente del aire y temperatura radiante. Otro factor que influye en la presencia de estrés térmico es la actividad física que realiza la persona, debido a que la actividad muscular puede aumentar el calor metabólico que produce el organismo y ser responsable de un 90 % de la producción de calor, generando un desequilibrio del intercambio de calor entre el cuerpo y el medio ambiente. También es importante prestar atención a las características de la ropa que lleva la persona, debido a que la misma puede afectar el mecanismo de transpiración y contribuir al estrés térmico (ISTAS-CCOO, 2019).

Cabe destacar que en dos de las líneas de producción de la empresa se cuenta con hornos necesarios para obtener los productos finales; además, en toda el área de producción existe una sola entrada de aire, que es la puerta principal, lo cual sumado a las tareas pesadas que deben realizar los trabajadores, provoca que cierto porcentaje de ellos se encuentren expuestos a estrés térmico por calor. Esto puede provocar problemas de deshidratación, náuseas, mareos, desmayos,

sudoración abundante, sarpullido, agotamiento, calambres y golpe de calor, que de no atenderse de manera adecuada podría ocasionar problemas graves de salud. Por esto, se hace necesaria la implementación de controles sobre la transmisión del calor hacia el trabajador (CSO, 2015) (ISTAS-CCOO, 2019).

El efecto de las altas temperaturas ambientales se ve incrementado cuando se realiza trabajo físico de forma intensa y esto puede ocasionar una reducción de la capacidad del trabajo (ISTAS-CCOO, 2019). Diversos estudios señalan que la ejecución de tareas con alta demanda física, bajo condiciones ambientales de calor y humedad altas da como resultado que la productividad laboral se reduzca aproximadamente en un tercio y, además, indican que los actos inseguros y errores humanos asociados a accidentes se incrementan a partir de 28 °C (NIOSH, 2016).

Considerando lo mencionado anteriormente, es fundamental realizar un programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor, con el propósito de reducir la exposición a estos factores en HMA Maquilas S.A. para que la empresa lo aplique. De esta manera, se puede prevenir la presencia y desarrollo de lesiones musculoesqueléticas y problemas ocasionados por estrés térmico, para así maximizar la productividad de los trabajadores y fomentar una buena imagen de la empresa.

## **D. Objetivos del proyecto**

### **1. Objetivo general**

Proponer un programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas producción de HMA Maquilas S.A.

### **2. Objetivos específicos**

- a. Identificar las condiciones de riesgo a nivel ergonómico y por exposición a calor de los trabajadores de las líneas de producción de HMA Maquilas S.A.
- b. Evaluar la exposición ocupacional ante riesgos ergonómicos y por exposición a calor según las principales condiciones de riesgo

identificadas, que afectan a los colaboradores de las líneas de producción de HMA Maquilas S.A.

- c. Diseñar soluciones ingenieriles y administrativas integradas en un programa para el control de riesgos ergonómicos y por exposición a calor en el área de producción de HMA Maquilas S.A.

## **E. Alcances y limitaciones**

### **1. Alcances**

El presente proyecto pretende identificar y evaluar las condiciones a nivel ergonómico y por exposición a calor, a las que se encuentran laboralmente expuestos los colaboradores de las líneas producción de HMA Maquilas S.A. Asimismo, se busca que las medidas de control ingenieriles y administrativas que se desarrollen en el programa, mejoren las condiciones del local, el ambiente laboral y el rendimiento del personal, lo cual, a su vez, permitirá prevenir lesiones y enfermedades a nivel musculoesquelético y padecimientos físicos por la exposición a estrés térmico por calor.

### **2. Limitaciones**

Aunque HMA Maquilas S.A. cuenta con 131 colaboradores, 49 de sus empleados se encuentran en el área del Centro de Distribución, ubicado en Coyol de Alajuela, por lo que únicamente se realizaron mediciones para el personal que se encuentra en las líneas de la planta de producción ubicada en Heredia, la cual está conformada por 57 trabajadores, contemplando para la investigación a 54 colaboradores, debido a que tres de estos son supervisoras de planta y están en constante movimiento por las diversas líneas, por este motivo no se consideraron.

No se realizaron mediciones ergonómicas ni de estrés térmico por calor en los departamentos de Administración, Mantenimiento, Recursos Humanos, Calidad, Planeamiento e Inventarios, porque el Documento de resultados del Panorama de Factores de Riesgo Planta de Producción Mesas de Trabajo (Etiquetadores, Selladores, Hornos) (ver anexo 2), evidenció un alto nivel de riesgos ergonómicos y de estrés térmico por calor en la zona de producción, brindándole a esta la mayor prioridad.

Además, las evaluaciones se realizaron tomando en cuenta las tareas más ejecutadas en la empresa, las cuales involucran los productos más trabajados, debido a que el área de estudio dentro de la organización cuenta con 1 877 productos distintos, cuyas planificaciones diarias, semanales y mensuales están en constante cambio, según las especificaciones de los clientes. Aunado a esto, los trabajadores en sus puestos de trabajo pueden realizar diversas tareas y estas dependen de la disponibilidad de insumos (equipos y materiales) de los que disponga la compañía.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que las mediciones del local de la empresa HMA Maquilas S.A. las tuvieron que realizar las autoras del proyecto, usando para ello una cinta métrica, porque no se contó con el plano arquitectónico del local.

## II. MARCO TEÓRICO

El término ergonomía está conformado por dos palabras griegas: *ergon*, que significa trabajo y *nomos*, que se determina como leyes naturales, conocimiento o estudio; refiriéndose de esta manera al estudio del trabajo. De este modo, se puede definir como un conjunto de conocimientos sobre las habilidades de los seres humanos, las limitaciones que poseen y las características que son importantes de considerar al diseñar puestos de trabajo (Guillén, 2006). Asimismo, se puede definir ergonomía, o factores humanos, como la disciplina científica que pretende entender las interacciones entre los seres humanos y otros elementos del sistema, por medio de la aplicación de la teoría, principios, información y métodos, buscando la mayor optimización del bienestar humano y del rendimiento general del sistema en los diseños de los puestos de trabajo (Salvendy, 2012).

Aunado a lo anterior, la ergonomía tiene como propósito reducir el estrés y las lesiones asociadas al uso excesivo de los músculos, así como los trastornos musculoesqueléticos, la mala postura y las tareas repetitivas (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, 2017), por lo que se vuelve necesario la gestión en lo relativo a los riesgos susceptibles a generar TME (Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales, 2016).

Según Subirán (2021), se puede entender por TME como el conjunto de lesiones inflamatorias o degenerativas de los músculos, tendones, articulaciones, ligamentos, nervios, entre otros, que por lo general afectan la espalda, cuello, hombros y miembros superiores, aunque también se pueden presentar en los miembros inferiores. Dentro de este término, se encuentran incluidos todo tipo de dolencias, desde las molestias leves y de corta duración, hasta las lesiones que son irreversibles y terminan siendo incapacitantes. Por su parte, los TME de origen laboral se van desarrollando en su mayoría paulatinamente y pueden ser provocados por el trabajo en sí, es decir, las tareas que se demandan, por el entorno en donde éstas se llevan a cabo o como resultado de la ocurrencia de accidentes (Villar, 2014).

Este tipo de trastornos representan los problemas de salud en el trabajo más importantes en los países industrializados y en los países en vías de desarrollo,

debido a que afecta la calidad de vida de muchas personas dentro y fuera del trabajo (Arenas & Cantú, 2013). De acuerdo con la información que brindó la OMS en el 2004, las enfermedades musculoesqueléticas son una de las principales causas de absentismo laboral y, en consecuencia, eso se ve reflejado en altos costos de la salud pública, rebaja la calidad de vida del trabajador y genera menos productividad en el trabajo (Guzmán & Diago, 2019).

Los desórdenes musculoesqueléticos que están relacionados con las tareas y el lugar de trabajo se encuentran asociados a diferentes factores de riesgo, dentro de los cuales se incluyen los movimientos repetitivos, el uso de fuerza, posturas inadecuadas y falta de períodos de recuperación, principalmente si se presentan varios factores simultáneamente (Guzmán & Diago, 2019). Es importante tener en cuenta lo anterior, debido a que los colaboradores que trabajan en las líneas de producción de HMA Maquilas S.A., se ven expuestos a todos estos factores de riesgo, especialmente a los movimientos repetitivos, que son aquellos que se realizan con una duración menor a 30 segundos y afectan en mayor medida las extremidades superiores (Mendinueta et al., 2020).

Aunado a lo anterior, cuando se dan movimientos repetitivos en los miembros superiores sin contar con el descanso suficiente, se produce fatiga muscular, esto implica que se generen compensaciones por parte de otras partes del cuerpo para responder a estas demandas de trabajo físico, lo que conlleva a posturas y movimientos inadecuados y, por ende, a TME, lo que se ve reflejado en costos para las personas, industrias y gobiernos (Mendinueta et al., 2020). Asimismo, los desórdenes musculoesqueléticos de origen laboral más comunes en países de todo el mundo son los que ocurren en la columna vertebral y en la parte superior del cuerpo (Guzmán & Diago, 2019).

Según la Unidad de Salud Laboral de la Escuela Valenciana de Estudios de la Salud, se considera que existen seis categorías donde se pueden clasificar los factores de riesgo ergonómicos y no ergonómicos de los TME, contemplando (Arenas & Cantú, 2013):

- Las posturas forzadas, ya que pueden generar problemas relacionados a los

límites de las articulaciones y se producen esfuerzos contra gravedad.

- La fuerza que aplica el sistema musculoesquelético al medio externo, el esfuerzo que aplica de manera individual cada trabajador al realizar las tareas y la carga musculoesquelética que se genera sobre las estructuras musculoesqueléticas, músculos y tendones.
- Los agresores físicos, donde se incluyen frío, calor, vibraciones, impactos, presiones mecánicas, entre otros.
- El trabajo muscular estático, que implica una contracción muscular mantenida sin interrupciones de los trabajadores al tener que luchar contra el peso de la gravedad y al soportar su mismo peso, pudiendo ocasionar la reducción del aporte de sangre a los músculos y, por ende, una acelerada fatiga muscular. En este punto, la intensidad del riesgo va a depender de la amplitud de la postura y de la duración del mantenimiento de la tarea.
- El trabajo muscular dinámico, incluyendo repetición y monotonía de las actividades laborales a lo largo del tiempo, en las mismas condiciones. Este factor puede actuar como efecto multiplicador de otros factores de riesgo.
- Factores organizativos, contemplando todo lo que determina en qué manera y condiciones se realiza el trabajo (análisis de horarios, pausas entre las tareas, ritmos, jornada laboral, turnos, entre otros).

Por otro lado, la ergonomía ambiental es el área que se encarga del estudio de los factores ambientales, por lo general físicos, que integran el entorno del sistema persona-máquina, donde se considera el tipo de ambiente térmico, analizando a su vez variables ambientales como la temperatura, humedad, velocidad del aire, entre otras; así como variables individuales, incluidos el tipo de actividad que se realiza, la vestimenta, el metabolismo, entre otros (Cortés, 2018).

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS-CCOO) (2019), el estrés térmico se define como la carga neta de calor a la que están expuestos los trabajadores como resultado de tres factores que pueden estar presentes de manera individual o en conjunto: (i) condiciones ambientales de alta temperatura, alto porcentaje de humedad, calor radiante, entre otros, (ii) actividad física intensa y/o vestimenta o (iii) equipos de protección personal (EPP) con

características aislantes que dificultan o impiden la transpiración.

Uno de los contaminantes físicos que se presenta más comúnmente en los ambientes laborales es el calor, agente que puede generar estrés térmico, que corresponde a la carga neta de calor en los colaboradores que se encuentran expuestos y es una combinación de las condiciones ambientales, actividad física y características personales (INSHT, 2011). Se debe tener claro que el estrés por calor no es el efecto patológico que el calor causa en las personas, sino lo que causan los diferentes efectos patológicos que se presentan cuando se da una acumulación de calor en exceso en el cuerpo, resultado de la interacción entre las condiciones ambientales, la actividad física y metabólica y la vestimenta (Instituto Riojano de Salud Laboral Logroño, 2010).

Cuando los trabajadores realizan sus actividades laborales en ambientes calurosos, y deben realizar esfuerzo físico significativo, su sistema de regulación térmica corporal se puede ver afectado. Esto se debe al impedimento de un intercambio normal entre la temperatura del cuerpo y la temperatura ambiental del entorno en el que se encuentran, ocasionando una acumulación de calor en el organismo, lo cual puede llegar a producir daños severos (Camacho, 2013).

De igual manera, existen factores personales de riesgo que reducen la tolerancia de cada individuo al estrés térmico, entre estos se encuentran: la edad, el género, la obesidad, la hidratación, el consumo de medicamentos y/o bebidas alcohólicas y la aclimatación. Además, algunos efectos por exposición al calor son: síncope por desmayo, deshidratación y pérdida de electrolitos, agotamiento por calor y golpe de calor (INSHT, 2011). Aunado a esto, el incremento del nivel de estrés térmico en conjunto con la exposición al calor puede ocasionar accidentes como: golpes, caídas al mismo o distinto nivel derivadas de mareos, desmayos, etcétera (INSHT, 2019).

Para que los colaboradores puedan realizar sus actividades de forma óptima, el cuerpo debe mantener una temperatura normal promedio de 37 °C, independientemente de las condiciones del entorno en el que se encuentre (Vorvick, 2019). Entonces, cuando las personas son capaces de conservar dicha

temperatura, se mantienen en un estado de confort térmico, donde el cuerpo debe disipar el calor metabólico hacia el ambiente; sin embargo, cuando este equilibrio se ve afectado, ya sea por condiciones del cuerpo, por el ambiente o por una combinación de ambas, se llega al estado de desconfort térmico (Ordóñez, 2021).

En cuanto al sector industrial y su evolución durante los últimos años, se ha venido exigiendo que la ergonomía y el confort ambiental se traten como un fin combinado y enfocado al suministro de soluciones, por medio de la aplicación de conceptos, métodos, técnicas y herramientas, que permitan satisfacer las necesidades que exige la industria moderna (Párraga, 2018). Es evidente que las condiciones de trabajo son un factor determinante en la salud de las personas, así como el propio estado de salud, el cual influye sobre el desempeño de los colaboradores en su trabajo (García et al., 2018).

Basándose en lo mencionado anteriormente, es importante que las empresas implementen programas para el control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor. Los programas de salud y seguridad en el trabajo tienen como propósito planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades estratégicas que fueron definidas y adoptadas por la persona empleadora en su organización, para atender la salud de las personas trabajadoras (CSO, 2018).

De esta manera, para la presente investigación fue importante tomar en cuenta como marco de referencia normativas internacionales como la UNE-EN ISO 6385:2016 sobre el tema de ergonomía, la UNE-EN ISO 7726:2002, UNE-EN ISO 7933:2005, UNE-EN ISO 9920:2009 y UNE-EN ISO 7243:2017 sobre bienestar térmico, así como la Guía sobre la exposición laboral a estrés térmico por calor y sus efectos en la salud del Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. Asimismo, la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH, por sus siglas en inglés) establece los valores límites (TLV) sobre índices de estrés térmico, que permiten compararlos contra los resultados que se obtienen tras aplicar la metodología de la UNE-EN ISO 7243:2017 de evaluación del estrés térmico por calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo).

En cuanto a normativa nacional, para efectos de este estudio se tomó en cuenta el Decreto N° 39147S-TSS, INTE/ISO 11228-1:2016, la INTE/ISO 11228-2:2019, INTE/ISO 11228-3:2019 para el tema de ergonomía y la INTE/ISO 7730:2006, INTE/ISO 8996:2005, INTE/ISO 8996:2005 para temas de ambiente térmico, así como la INTE T29:2016. Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo. Aspectos generales.

### III. METODOLOGÍA

#### A. Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo descriptiva, explicativa y aplicada. El estudio descriptivo buscó especificar propiedades y características importantes de las líneas de producción, lo cual permitió describir tendencias en el personal del área de producción por medio de mediciones de ergonomía y estrés térmico por calor y recolección de información. Asimismo, fue explicativa porque estableció las causas, explicó la razón del suceso y bajo cuáles condiciones se manifestaron, lo cual a su vez permitió relacionar las variables de ergonomía y estrés térmico (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Por último, el enfoque aplicado empleó los conocimientos que han sido previamente adquiridos en la carrera para desarrollar alternativas de solución al problema planteado, contemplando las circunstancias y las características concretas de las líneas de producción de la empresa (Behar, 2008).

#### B. Fuentes de información

A continuación, se mencionan las diversas fuentes primarias, secundarias y terciarias consultadas para el presente estudio.

##### 1. Fuentes primarias

###### 1.1. Libros

- Behar, D. (2008). Metodología de la investigación.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. P. (2014). Metodología de la investigación.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés). (2016). *NIOSH criteria for a recommended standard: occupational exposure to heat and hot environments*.
- Secretaría de Salud Laboral de la Confederación Sindical de Comisiones Obreras (CCOO) de Madrid. (2016). Métodos de evaluación ergonómica.

## **1.2. Monografía**

- Mondelo, P. (1999). Ergonomía 2. Confort y Estrés Térmico.

## **1.3. Normativas y reglamentos nacionales**

- Decreto N° 39147S-TSS. Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor.
- INTE/ISO 11228-1:2016. Ergonomía. Manejo manual. Parte 1: Levantamiento y transporte.
- INTE/ISO 11228-2:2019. Ergonomía. Manipulación. Parte 2: Empujar y tirar.
- INTE/ISO 11228-3:2019. Ergonomía. Manipulación. Parte 3: Manipulación de cargas livianas a alta frecuencia.
- INTE T29:2016. Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo. Aspectos generales.
- INTE/ISO 8996:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica.

## **1.4. Consulta a supervisores de la empresa**

## **1.5. Normativa internacional**

- UNE-EN ISO 6385:2016 (Ratificada). Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo.
- UNE-EN ISO 7726:2002. Ergonomía de los ambientes térmicos. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas.
- UNE-EN ISO 7933:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada.
- UNE-EN ISO 9920:2009 (Ratificada). Ergonomía del ambiente térmico. Estimación del aislamiento térmico y de la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa.
- UNE-EN ISO 7243:2017 (Ratificada). Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT

(temperatura de bulbo húmedo y de globo).

#### **1.6. Documentos internacionales**

- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS-CCOO). (2019). Guía sobre la exposición laboral a estrés térmico por calor y sus efectos en la salud.

#### **1.7. Proyectos de Graduación de egresados de la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental**

- Madrigal, K. (2017). Propuesta de un Rediseño del Programa de prevención de riesgos ergonómicos para los trabajadores de las líneas de producción del área IV sets de la empresa Baxter, Cartago.
- Zúñiga, G. (2018). Programa de prevención de riesgos laborales en el proceso de ensamble manual en la planta de ITEK.
- Chaves, A. (2019). Control de riesgos ocupacionales por exposición a calor y condiciones ergonómicas en establecimientos del CEN-CINAI: Cartago, Tierra Blanca y Llanos de Santa Lucía.

### **2. Fuentes secundarias**

#### **2.1. Páginas web**

- Ergonautas.

### **3. Fuentes terciarias**

#### **3.1. Base de datos**

- AENORMás
- e-libro
- Science Direct
- EBSCOhost
- Proquest
- Digitalia
- Normas-e

### **C. Población y muestra**

Para este estudio, se utilizó el método de muestreo no probabilístico,

también conocido como dirigido, debido a que la elección de los elementos a muestrear dependió de las características específicas de la investigación y el propósito de ésta (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Estas características fueron: relación directa entre el puesto de trabajo (líneas de producción) y las tareas que realizan los colaboradores, y el contacto directo entre los trabajadores y la fuente emisora de calor.

Por lo tanto, de los 131 trabajadores de la empresa, se tomó en cuenta como población de estudio a 54 de las 59 personas que laboran en las líneas de producción del área de planta de HMA Maquilas S.A., dejando por fuera de la investigación a dos montacarguistas porque no realizan actividades dentro de las líneas de producción, así como a tres supervisoras de planta porque están rotando por las líneas. Por tanto, del total de trabajadores del área de producción (n=59) no se considera a los montacarguistas (n=2) ni a las supervisoras de las líneas de producción (n=3). Es importante mencionar que en cada línea de producción hay siete trabajadores, excepto en la línea 9 que tiene cinco colaboradores y se encuentra dentro de las líneas activas.

A nivel ergonómico, se realizó una evaluación con la herramienta *Ergonomic Assessment Checklist* de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) (ver anexo 3) para valorar las tareas que se estaban realizando en las líneas de producción el día que se evaluó y conocer si las actividades que realizan implican exposición a riesgos ergonómicos. De esta manera, la muestra fue de ocho tareas.

Además, se utilizó una muestra de 18 colaboradores para aplicar el cuestionario de dolencias musculoesqueléticas de la Universidad de Cornell, la cual se eligió con ayuda del Departamento de Recursos Humanos, ya que no se pudo evaluar la totalidad de los trabajadores del área de producción porque no se les puede interrumpir durante su jornada laboral y la empresa solicitó que no se utilizara ningún recurso digital para la aplicación de esta herramienta.

También se estableció, en conjunto con el encargado del Departamento de Planeación, quien se encarga de la logística y tiene vasto conocimiento de las

actividades y productos a desarrollar, un total de 22 tareas de las ocho líneas de producción actualmente activas para las evaluaciones del método *Rapid Entire Body Assessment* (REBA, por sus siglas en inglés) y *Job Strain Index* (JSI, por sus siglas en inglés), las cuales representan las labores que se realizan en mayor cantidad en la empresa, tomando en cuenta los productos más comunes a desarrollar.

En el caso del método de la ecuación de NIOSH, se analizaron cuáles de las 22 tareas mencionadas anteriormente están relacionadas con levantamiento y acomodo de productos, y de este modo se obtuvo una muestra de las 10 tareas que mayormente se realizan, con los productos más trabajados en la organización, en las que los trabajadores deben de manipular cargas. Cabe mencionar que, para la muestra de las 10 tareas, también se tomó en cuenta que estas contemplaran los productos más pesados.

Por otro lado, a nivel de exposición ocupacional a calor, se tomó una muestra de seis personas (ver figura 3), que corresponden a los dos trabajadores más críticos de las tres líneas de producción que poseen las máquinas que mayor temperatura alcanzan (300 °C) dentro de la empresa, y quienes tienen la menor distancia entre la fuente emisora y su puesto de trabajo en comparación con los demás trabajadores de cada línea escogida.

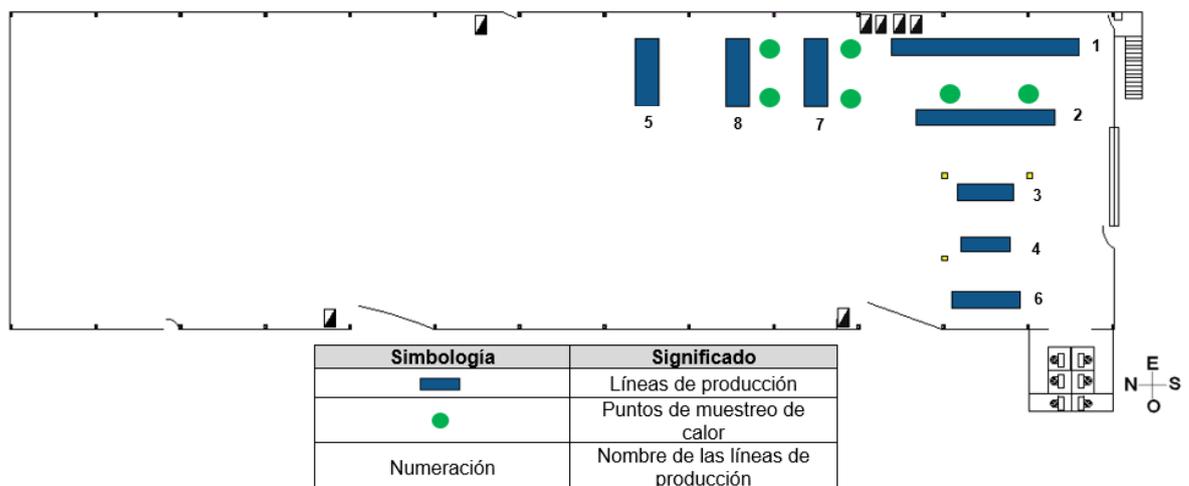


Figura 3. Puntos de medición para estrés térmico por calor

También se tomó en cuenta una muestra de 18 colaboradores (misma muestra del Cuestionario de Cornell), la cual se eligió con ayuda del Departamento de Recursos Humanos, para aplicar la encuesta de insatisfacción laboral sobre estrés térmico.

En relación con lo anterior, se aplicó una entrevista al encargado de Salud Ocupacional de la consultora GACSO S.A. (ver apéndice 1), donde se facilitó el Panorama de Factores de Riesgo Planta de Producción Mesas de Trabajo (Etiquetadores, Selladores, Hornos) (ver anexo 2). Seguidamente, se entrevistó al personal del Departamento de Recursos Humanos (ver apéndice 2) y al encargado del Departamento de Planeación de la empresa (ver apéndice 3), para recopilar información necesaria para generar y establecer herramientas de muestreo de ergonomía y estrés térmico por calor acordes a la situación de HMA Maquilas S.A. y a las muestras previamente definidas. También se tomó en cuenta el horario de trabajo del personal del área de planta, quienes laboran de lunes a sábado y se encuentran distribuidos según se muestra en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Horario de trabajo del personal operativo

Línea de producción	Horario
1	6:45 a.m. - 4:45 p.m.
2	7:00 a.m. - 4:30 p.m.
3	6:30 a.m. - 4:00 p.m.
4	7:30 a.m. - 5:00 p.m.
5	6:15 a.m. - 3:45 p.m.
6	7:15 a.m. - 4:45 p.m.
7	6:00 a.m. - 6:30 p.m.
8	7:00 a.m. - 4:30 p.m.

#### **D. Operacionalización de variables**

En el cuadro 3 se presenta la operacionalización de variables según los objetivos específicos del proyecto.

**Cuadro 3. Operacionalización de las variables del proyecto**

Objetivos específicos	Variable	Conceptualización	Indicadores	Herramientas de evaluación
Identificar las condiciones de riesgo a nivel ergonómico y por exposición a calor de los trabajadores de las líneas de producción de HMA Maquilas S.A.	Condiciones de riesgo ergonómico	Condiciones que, por las características del entorno de trabajo y acciones específicas del personal, representan riesgos al momento de la interacción entre los trabajadores y su puesto de trabajo y las tareas realizadas, que presentan movimientos, posturas o acciones que pueden provocar daños a la salud e influir en la productividad de la empresa	Nivel de riesgo (alto, medio y bajo) de lesiones ergonómicas en el lugar de trabajo	<i>Ergonomic Assessment Checklist</i>
			Cantidad de áreas del cuerpo que presentan mayor prevalencia de molestias en los trabajadores de las líneas de producción de la empresa	Cuestionario de dolencias musculoesqueléticas de la Universidad de Cornell
			Frecuencia, intensidad e interferencia de la molestia en las actividades laborales	
	Condiciones de riesgo por exposición a calor	Condiciones laborales que influyen en el intercambio de calor y que pueden aumentar la temperatura corporal de los colaboradores, del área de trabajo y/o del ambiente. Además, las actividades realizadas, las características del local de trabajo y la vestimenta utilizada, inciden en las labores y pueden afectar el bienestar de los trabajadores y su desempeño	Cantidad y generalidades de las fuentes emisoras de calor, descripción y duración de las diversas tareas, condiciones generales del local de trabajo y vigilancia médica	Encuesta higiénica sobre las condiciones de estrés térmico por calor al que se puede encontrar expuesto el personal del área de producción de la empresa
			Porcentaje de insatisfacción del personal expuesto a calor, tiempo de descanso de los trabajadores y disponibilidad de agua potable	Encuesta de insatisfacción laboral sobre estrés térmico por calor dirigida a los trabajadores del área de producción de la empresa
			Cantidad y tipos de síntomas físicos que experimentan los trabajadores de las líneas de producción, relativos a la exposición a calor	
			Cantidad de agua potable que consumen los trabajadores por jornada y tiempo de descanso entre tareas	
			Grado de aislamiento térmico de la ropa (clo)	Método AIS (UNE-EN ISO 9920:2009)

			Carga metabólica de la actividad (kcal/h)	Cuadro de análisis para la estimación de la carga metabólica mediante requisitos de la tarea (UNE-EN ISO 8996:2005)	
Evaluar la exposición ocupacional ante riesgos ergonómicos y por exposición a calor según las principales condiciones de riesgo identificadas que afectan a los colaboradores de las líneas de producción de HMA Maquilas S.A.	Exposición ocupacional a riesgos ergonómicos	Es la probabilidad de que los trabajadores de las líneas de producción puedan sufrir lesiones musculoesqueléticas producto de su interacción con el puesto de trabajo y la adopción de posturas, acciones o movimientos inadecuados	Nivel de riesgo de trastornos musculoesqueléticos (TME) asociados con ciertas tareas laborales en todo el cuerpo	Método de evaluación de posturas forzadas (REBA)	
			Nivel de riesgo asociado con las extremidades superiores	Método de evaluación de la repetitividad de los movimientos (JSI)	
			Nivel del riesgo relacionado con las tareas de levantamientos manuales de carga	Ecuación de NIOSH	
			Índice de levantamiento y límite de peso recomendado		
				Niveles de riesgo e índices asociados a cada método de evaluación ergonómica	Bitácora de resultados de los métodos REBA, JSI y la ecuación de NIOSH
	Exposición ocupacional a estrés térmico por calor	Carga neta de calor a la que se encuentran expuestos los trabajadores de las líneas de producción como resultado de las condiciones ambientales (calor radiante, temperatura, humedad, entre otros), la actividad física realizada y la ropa que impide o dificulta la transpiración, aumentando la probabilidad de poner en riesgo la salud y seguridad de los colaboradores	Edad, peso y estatura de los colaboradores del área de producción de la empresa	Cuadro sobre el índice de masa corporal (IMC)	
			Duración de las tareas realizadas y tiempo de descanso entre las actividades	Encuesta sobre situación actual de la empresa en tema de estrés térmico por calor dirigida al encargado de Salud Ocupacional de la consultora GACSO S.A.	
			Cantidad de mediciones previas, registros de niveles de temperatura y protocolos sobre estrés térmico por calor en el área de producción		
Cantidad de capacitaciones realizadas sobre estrés térmico					

			Datos sobre temperatura seca (°C), temperatura de bulbo húmedo (°C), temperatura de globo (°C), humedad relativa (%) y velocidad del aire (m/s)	Manuales de usuario para los equipos de estrés térmico QUESTemp° 36 y QUESTemp°44 Acta de muestreo para mediciones de estrés térmico por calor en las líneas de producción 2, 7 y 8 de la empresa
			Índice de estrés térmico (TGBH)	Cuadro de análisis a partir de los resultados del índice de estrés térmico TGBH (ISO 7243:2017)
			Índice de sudoración requerida (SWreq)	Cuadro de análisis del índice de sudoración requerida (ISO 7933:2005)
			Índice de sobrecarga calórica (%) y tiempo de exposición permisible (TEP)	Cuadro de análisis del índice de sobrecarga calórica (ISC)
Diseñar soluciones ingenieriles y administrativas integradas en un programa para el control de riesgos ergonómicos y por exposición a calor en el área de producción de HMA Maquilas S.A.	Controles ingenieriles	Técnicas y metodologías que contemplan avances tecnológicos con el propósito de adaptar los puestos de trabajo a los colaboradores, según sus necesidades y características antropométricas, que pueden involucrar nuevos equipos y rediseño de procesos, y así mejorar las condiciones ergonómicas e intervenir en las condiciones del local para disminuir el riesgo por estrés térmico por calor	Nivel de cumplimiento de 19 ítems sobre ergonomía y 7 ítems por exposición a calor	Lista de comprobación ergonómica (OIT), secciones de ergonomía y por exposición a calor
			Cantidad de diseños de las estrategias de trabajo según la propagación de calor de las fuentes emisoras	<i>Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments</i> (NIOSH)
			Cantidad de mejoras ingenieriles en ergonomía para los puestos de las líneas de producción	Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo (INTE/ISO 6385:2016)

			Cantidad de diseños de las estrategias de trabajo según la propagación de calor de las fuentes emisoras	<i>Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments</i> (NIOSH)
	Controles administrativos	Medidas, métodos y estrategias organizacionales, tales como rotación de personal, cambios en la duración o tipo de jornada de trabajo que tienen como fin reducir el tiempo de exposición al peligro, por medio del establecimiento de una planificación operacional para así mejorar el confort térmico, ergonómico e influir en la mejora de la productividad	Cantidad de requisitos que contiene el programa	Guía para la elaboración de un programa de salud y seguridad en el trabajo según la INTE T29:2016
			Cantidad de responsabilidades distribuidas entre los involucrados del programa	Matriz de asignación de responsabilidades (matriz RACI)
			Cantidad de mejoras administrativas en ergonomía para los puestos de las líneas de producción	Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo (INTE/ISO 6385:2016)

## **E. Descripción de las herramientas de investigación**

En este apartado se describen las herramientas que se utilizaron en el proyecto para cumplir los objetivos planteados.

### **1. Fase de identificación de las condiciones de riesgo**

#### **1.1. Condiciones de riesgo ergonómico**

##### **1.1.1. *Ergonomic Assessment Checklist***

La *Ergonomic Assessment Checklist* de la OSHA, permite evaluar la rutina de trabajo de los colaboradores del área de producción con el propósito de medir los factores de riesgo ergonómico que afectan el desempeño de cada trabajador y así proporcionar una evaluación general del nivel de riesgo. Esta lista de verificación se aplicó a las tareas que se estaban realizando en las ocho líneas de producción; contiene 18 ítems y los resultados se clasificaron en riesgo alto, riesgo medio y riesgo bajo (ver anexo 3).

##### **1.1.2. Cuestionario de dolencias musculoesqueléticas de la Universidad de Cornell**

Este cuestionario permite detectar las dolencias musculoesqueléticas de los trabajadores en 12 partes del cuerpo, contemplando factores como la frecuencia de la molestia experimentada, la intensidad con la que esta ocurre y si el dolor interfiere, o no, con las actividades diarias laborales (ver anexo 4). Además, el apéndice 4 ejemplifica las partes del cuerpo que este cuestionario considera. Se aplicó a 18 colaboradores de las líneas de producción del área de planta.

#### **1.2. Condiciones de riesgo por exposición a calor**

##### **1.2.1. Encuesta higiénica sobre las condiciones de estrés térmico por calor**

La encuesta higiénica es un instrumento que se prepara con anterioridad

para recopilar información general y de los factores que pueden dañar la salud de los colaboradores. Sin embargo, como no existe un único modelo para confeccionar dicha encuesta, se debe enfocar en los objetivos del proyecto, para así obtener información directa, clara y precisa a las necesidades que se desean atender (Robles y Arias, 2015).

Esta encuesta consta de cuatro partes, las cuales permitieron identificar datos generales de la empresa, dimensiones del local de trabajo, información y generalidades de las fuentes emisoras de calor y descripción y duración de las diversas actividades realizadas en las líneas de producción (ver apéndice 5). Es importante mencionar que esta herramienta se validó al aplicarla como prueba en la línea de producción 7 del área de planta de HMA Maquilas S.A., utilizando como referencia el punto de salida del horno 01HMTF.

### **1.2.2. Encuesta de insatisfacción laboral sobre estrés térmico por calor**

La encuesta permitió conocer el nivel de sensación térmica de los trabajadores durante la jornada, el porcentaje de insatisfacción de los trabajadores en cuanto al calor que sienten en el área de trabajo por la falta de ventilación (debido a que no hay ventanas ni ventiladores), el tiempo de descanso entre las tareas, la disponibilidad, cantidad y acceso al agua potable y los tipos de síntomas físicos que experimentan los trabajadores de las líneas de producción, relativos a la exposición a calor (ver apéndice 6).

La encuesta consta de un encabezado que solicita información sobre el nombre de las personas que aplican la herramienta, la fecha, las horas inicial y final y el lugar de la aplicación de ésta, así como de cinco preguntas de “sí o no”, con su apartado de observaciones, tres preguntas abiertas, ocho preguntas de selección única y dos preguntas de selección múltiple. Es importante mencionar que esta herramienta se validó al aplicarla a siete colaboradores de las líneas de producción de HMA Maquilas S.A., los cuales son parte de la muestra definida para el análisis de estrés térmico por calor.

Dado que la jornada laboral de los trabajadores no puede ser interrumpida,

se le entregó la encuesta impresa a 18 colaboradores por medio del Departamento de Recursos Humanos para que la devolvieran completa un día después de entregada. Cabe destacar que, de la muestra de 18 personas, seis de ellas corresponden a los trabajadores que se escogieron para las mediciones de estrés térmico por calor.

### **1.2.3. Método AIS**

La norma UNE-EN ISO 9920:2009 Ergonomía del ambiente térmico. Estimación del aislamiento térmico y de la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa específica los métodos para estimar las características térmicas (resistencia al calor) de la vestimenta de los trabajadores (AENOR, 2010), permitió estimar el grado de aislamiento térmico de la ropa (clo), a partir de la vestimenta que usan los trabajadores del área de producción de HMA Maquilas S.A.

Se utilizó el *software* Ergonautas para determinar el valor de clo por medio de la ‘selección personalizada de prendas’, la cual permite elegir los distintos elementos de la vestimenta de cada trabajador. Estos elementos se dividen en las siguientes categorías: ropa interior, camisas/blusas, pantalones, vestidos/faldas, jerséis, chaquetas, ropa muy aislante, ropa de abrigo y varios. Después de elegir las combinaciones de ropa que mejor se ajustan a los trabajadores, se logra obtener el valor de clo. Dicho método se aplicó a los 54 colaboradores de las líneas de producción del área de planta (ver apéndice 7).

### **1.2.4. Cuadro de análisis para la estimación de la carga metabólica mediante requisitos de la tarea**

La norma UNE-EN ISO 8996:2005 Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica, especifica métodos para determinar la tasa metabólica en relación con la ergonomía del ambiente climático de trabajo, donde la tasa metabólica permite determinar el confort o sobrecarga térmica resultantes de la exposición laboral a un ambiente térmico (INTECO, 2020).

En este caso, se realizó la estimación de la carga metabólica de 54 colaboradores de las líneas de producción mediante los requisitos de la tarea según

la norma anterior, observando las partes del cuerpo implicadas en el trabajo, luego, se denotó una carga para cada zona del cuerpo, considerando la postura en la que realizan las actividades y la velocidad de trabajo; esta última se determinó contando la cantidad de productos que embalan o etiquetan en un periodo de dos minutos (ver apéndice 8). Cabe destacar que las actividades laborales que realizaron los trabajadores en los tres días de muestreo fueron distintas.

## **2. Fase de evaluación de la exposición ocupacional de los colaboradores**

### **2.1. Exposición ocupacional a riesgos ergonómicos**

#### **2.1.1. Método REBA**

La Evaluación Rápida de Todo el Cuerpo o *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), fue desarrollada para evaluar “rápidamente” el riesgo de TME asociados con ciertas tareas laborales. Este método permite analizar en conjunto las diferentes posiciones que se adoptan a nivel de brazo, antebrazo, muñeca, tronco, cuello y piernas (Ergonautas, 2015).

De esta manera, se logró conocer el nivel de actuación que se debe tomar según la puntuación de las 22 tareas que se muestrearon por medio del *software* Ergonautas. Para la medición se tomó en cuenta los ciclos del trabajador al realizar la tarea y se seleccionaron las posturas a evaluar, se obtuvieron los datos angulares requeridos para las partes del cuello, piernas, tronco, antebrazos, muñecas y brazos, así como la carga o fuerza aplicada y la calidad de agarre. Estos datos se introdujeron en el *software* y así, se determinaron las puntuaciones parciales y finales del método para estimar la existencia del riesgo y el nivel de actuación, para posteriormente, establecer el tipo de medidas que se deben adoptar para mejorar los resultados derivados del método.

Por otro lado, se tomaron fotografías de los trabajadores desarrollando sus tareas para medir los ángulos correspondientes por medio de la herramienta *RULER*, que ofrece el programa de Ergonautas; sin embargo, las fotografías son confidenciales y se utilizaron solamente con fines académicos.

### **2.1.2. Método JSI**

La Evaluación de la Repetitividad de Movimientos o *Job Strain Index* (JSI) permite evaluar los puestos de trabajo para valorar si los colaboradores están expuestos a desarrollar TME en las extremidades superiores distales (mano, muñeca, antebrazo y codo) debido a movimientos repetitivos (Ergonautas, 2015).

Por medio del *software* Ergonautas, se logró conocer el puntaje JSI de las 22 tareas más frecuentes que realizan los trabajadores, esto se hizo por medio de la selección y observación de ciclos de trabajo, y de esta manera, se determinó la intensidad y duración del esfuerzo, los esfuerzos por minuto, la postura mano-muñeca, la velocidad del trabajo y la duración de la tarea por día. Al incorporar estos datos en el *software*, se obtuvo el cálculo de los factores multiplicadores para conocer el resultado del método y su interpretación correspondiente.

### **2.1.3. Ecuación de NIOSH**

Se utilizó la ecuación de NIOSH para evaluar tareas que implican levantamiento de cargas. Este método considera la ecuación para obtener el Peso Límite Recomendado o *Recommended Weight Limit* (LPR, por sus siglas en español), que permitió valorar la posibilidad de aparición de trastornos como la lumbalgia y otros padecimientos de espalda. Aunado a eso, el método también permitió identificar las tareas con levantamientos peligrosos por medio del cálculo del Índice de Levantamiento (IL, por sus siglas en español) (Ergonautas, 2015).

Se muestrearon las 10 tareas más comunes con los productos que más se trabajan, que están relacionadas al levantamiento de cargas, obteniendo el LPR y el IL por medio del *software* Ergonautas. Para el desarrollo del método, se estableció si existía un control en el destino de levantamiento de cada tarea, además, se tomaron los datos del peso manipulado por los trabajadores, las distancias horizontales y verticales correspondientes, la frecuencia y duración de levantamientos, tiempos de recuperación, tipo de agarre y el ángulo de asimetría y se introdujeron en el *software*. De esta manera, al obtener de los valores de LPR e IL que brinda Ergonautas, se procedió a realizar su interpretación y así se determinó qué tan riesgosa es cada tarea y qué tanto puede llegar a afectar a los trabajadores.

#### **2.1.4. Bitácora de resultados de los métodos REBA, JSI y la ecuación de NIOSH**

Se realizó una bitácora de cada método para registrar los resultados y los criterios obtenidos de las evaluaciones REBA (ver apéndice 9), JSI (ver apéndice 10) y la ecuación de NIOSH (ver apéndice 11) para cada tarea evaluada, según la muestra determinada de las línea de producción de HMA Maquilas S.A., que se mencionó en la explicación de cada método.

### **2.2. Exposición ocupacional a estrés térmico por calor**

#### **2.2.1. Cuadro sobre el índice de masa corporal (IMC)**

Este cuadro (ver apéndice 12) permitió recolectar datos importantes como la edad (años), el peso (kg) y la estatura (m) de los 54 colaboradores de las líneas de producción de la empresa. Con esta información se procedió a calcular el índice de masa corporal (IMC) de cada uno de los trabajadores, lo cual permitió conocer la relación entre peso y estatura y así identificar si la persona padece de bajo peso, sobrepeso u obesidad o si se encuentra en condiciones normales (OMS, 2021).

#### **2.2.2. Encuesta sobre situación actual de la empresa en tema de estrés térmico por calor**

El Reglamento para la Prevención y Protección de las Personas Trabajadoras Expuestas a Estrés Térmico por Calor, desarrollado por el Consejo de Salud Ocupacional (CSO), establece medidas preventivas e información importante con el propósito de prevenir manifestaciones clínicas en los colaboradores que están expuestos a estrés térmico por calor, así como la guía para crear un protocolo de hidratación, sombra, descanso y protección.

De esta manera, se tomó como base este reglamento para elaborar la encuesta que se aplicó al encargado de salud y seguridad de la empresa GACSO S.A., subcontratado por HMA Maquilas S.A., la cual se define como una serie de preguntas preestablecidas y sistematizadas que permiten clasificarlas y analizar los resultados con mayor facilidad (Vargas, 2012).

La encuesta, validada por el encargado de salud de la empresa GACSO S.A., consta de un encabezado con información para incluir los nombres de las responsables de aplicar la herramienta, las horas inicial y final y el lugar de la aplicación de la misma, así como 13 preguntas abiertas que tienen como fin conocer la duración de las tareas realizadas por los trabajadores del área de producción, el tiempo de descanso entre las mismas, estadísticas del área de producción sobre estrés térmico por calor, cantidad de capacitaciones realizadas sobre estrés térmico y si se han efectuado procesos de aclimatación en la misma área (ver apéndice 13).

Es importante mencionar que hay temas como las horas laboradas y de descanso, consumo y disposición de agua potable para los trabajadores y si se han impartido capacitaciones sobre exposición a estrés térmico por calor y manejo manual de cargas, que se preguntaron con esta herramienta, tanto al encargado de salud ocupacional de la empresa GACSO S.A., como en la encuesta de insatisfacción laboral sobre estrés térmico por calor dirigida a los trabajadores de las líneas de producción, con el fin de corroborar la información por ambas partes y asegurar que todos expresan la situación real de la empresa.

### **2.2.3. Manuales de usuario para los equipos de estrés térmico QUESTemp° 36 y QUESTemp°44**

Se utilizó como metodología de muestreo lo indicado en los manuales de usuario para los equipos de estrés térmico QUESTemp° 36 y QUESTemp° 44 en conjunto con la norma UNE-EN ISO 7243:2017 Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo). Para el análisis de los datos de temperatura seca del aire (°C), temperatura de globo (°C), temperatura de bulbo húmedo (°C), humedad relativa (%) y velocidad del aire (m/s), se utilizó el *software Spring 3.0*, el cual permite evaluar el confort y el estrés térmico, y está fundamentado en normas como ISO 7243:2017 (Ratificada). Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo) e ISO 7933: 2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e

interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada.

Los equipos de estrés térmico QUESTemp°36 y QUESTemp°44 se utilizaron en tres líneas de ensamblaje (2, 7 y 8), midiendo a dos trabajadores de cada línea, los cuales son los colaboradores más críticos por la cercanía a los hornos y la duración de las tareas que ejecutan. Se realizaron tres mediciones por cada línea de producción (siendo un total de nueve días de muestro) con una duración de seis horas cada una (8:10 a.m. a 2:35 p.m.) para obtener una línea de tendencia del índice de estrés térmico (TGBH).

#### **2.2.4. Acta de muestreo para mediciones de estrés térmico por calor**

El acta de muestreo permitió llevar un control sobre los responsables del muestreo, la fecha y la hora en la que se realizaron las mediciones, el puesto y el equipo utilizado para muestrear. Además, gracias a esta herramienta se lograron registrar los datos de temperatura seca del aire (°C), temperatura de globo (°C), temperatura de bulbo húmedo (°C), humedad relativa (%) y velocidad del aire (m/s), los cuales se obtuvieron mediante los medidores de estrés térmico QUESTemp°36 y QUESTemp°44 en cada una de las mediciones de las líneas de producción 2, 7 y 8 (ver apéndice 14).

Cabe destacar que esta herramienta se validó al realizar un simulacro de medición con el equipo de estrés térmico QUESTemp° 36 en la línea de producción 7 durante dos horas.

#### **2.2.5. Cuadro de análisis a partir de los resultados del índice de estrés térmico TGBH**

La norma UNE-EN ISO 7243:2017 Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo), presenta un método de detección para evaluar el estrés por calor al que están expuestos los trabajadores y poder establecer si están, o no, en presencia de estrés térmico por calor (AENOR, 2017).

Los resultados del índice de estrés térmico (TGBH) se analizaron por medio de un cuadro de análisis (ver apéndice 15) que permitió verificar si el TGBH supera los valores límites (TLV) de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH). Este cuadro contempló el trabajo y descanso que tienen los trabajadores en su jornada laboral y el tipo de trabajo que realizan (ligero, moderado, pesado y muy pesado). Al interpolar los datos de este cuadro con los resultados del índice TGBH, se pudo indicar si los seis colaboradores muestreados del área de producción están, o no, expuestos a estrés térmico por calor.

#### **2.2.6. Cuadro de análisis del índice de sudoración requerida**

La norma UNE-EN ISO 7933:2005 Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada, detalla el método de evaluación del estrés térmico que experimentan los colaboradores en un ambiente caluroso, por medio de la tasa de sudoración y la temperatura interna del cuerpo en relación con las condiciones de trabajo, con el fin de reducir el riesgo de sobrecarga fisiológica. Además, de considerar condiciones que provocan el incremento excesivo de la temperatura interna del individuo (condición física, tipo de vestimenta utilizada, hidratación, IMC, entre otras condiciones), permite determinar si los tiempos de exposición son, o no, aceptables (AENOR, 2005).

Para generar este cuadro (ver apéndice 16), se utilizaron los datos de temperatura seca del aire ( $^{\circ}\text{C}$ ), temperatura de globo ( $^{\circ}\text{C}$ ), temperatura de bulbo húmedo ( $^{\circ}\text{C}$ ), humedad relativa (%), velocidad del aire (m/s), el valor de clo y el metabolismo ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) de cada persona evaluada, obteniendo así, por medio del *software* Spring, la humedad provista de la piel ( $w_p$ ), la tasa de evaporación ( $E_p$ ,  $\text{W}/\text{m}^2$ ), la tasa de sudoración ( $SW_p$ ,  $\text{W}/\text{m}^2$ ) y la cantidad de sudoración prevista ( $D$ , g/h), datos que permitieron conocer la duración límite de exposición (DEL, min) de los seis colaboradores muestreados; y por ende, saber si están expuestos a condiciones de riesgo.

#### **2.2.7. Cuadro de análisis del índice de sobrecarga calórica**

El índice de sobrecarga calórica (ISC) se basa en la relación existente entre

la evaporación requerida para recuperar el equilibrio térmico ( $E_{req}$ ) y la evaporación máxima posible en la zona de estudio ( $E_{max}$ ). De esta manera, con el cuadro de análisis se logró registrar el tiempo de exposición permisible (TEP) de los seis colaboradores de las líneas de producción 2, 7 y 8, para conocer si las condiciones en las que se encuentran los trabajadores son permisibles o son críticas (ver apéndice 17).

Para la confección de este cuadro, se utilizaron los datos de temperatura seca del aire ( $^{\circ}C$ ), temperatura de globo ( $^{\circ}C$ ), temperatura de bulbo húmedo ( $^{\circ}C$ ), humedad relativa (%), velocidad del aire (m/s), el valor de clo y el metabolismo ( $W/m^2$ ) de cada persona evaluada, obteniendo así, por medio del *software* Spring el porcentaje del índice de sobrecarga calórica y el TEP, información que permitió conocer el criterio (confort térmico, suave, moderado, severo, muy severo y condiciones críticas) en el que se encuentran los colaboradores de las líneas 2, 7 y 8.

### **3. Fase de diseño de medidas de control**

#### **3.1. Controles ingenieriles**

##### **3.1.1. Lista de comprobación ergonómica de la OIT, secciones de ergonomía y por exposición a calor**

Esta lista es una recopilación de *ergonomic checkpoints* o puntos de comprobación ergonómica, que permite encontrar soluciones prácticas para mejorar las condiciones de trabajo de manera segura y eficiente. Asimismo, es una herramienta que presenta soluciones realistas que pueden ser aplicadas de manera flexible, contribuyendo no sólo a mejorar las condiciones de trabajo, sino también a una mayor productividad (OIT, 2000).

Se tomaron en cuenta los apartados de ergonomía y calor que contiene el documento de la OIT, con el fin de generar una lista de comprobación ergonómica (ver apéndice 18) para utilizar en el apartado de 'evaluación y seguimiento' del programa del presente proyecto, con el propósito de evaluar el nivel de cumplimiento de los 19 ítems de ergonomía y los 7 ítems de exposición a calor. Así,

una vez aplicada la herramienta, se pueden determinar las oportunidades de mejora a seguir para el funcionamiento eficiente del programa.

### **3.1.2. *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Heat and Hot Environments (NIOSH)***

El documento sobre los Criterios para una Norma Recomendada: Exposición Ocupacional a Ambientes Calientes, aborda cómo la exposición ocupacional a calor puede resultar en reducción de la productividad, lesiones, enfermedades y muerte. Por tanto, éste brindó criterios y límites recomendados que se tomaron en cuenta al proponer soluciones de mejora de carácter ingenieril y administrativo para ambientes calientes (Jacklitsch et al., 2016). Por lo tanto, este documento permitió generar una propuesta de un sistema de ventilación para el área de producción de la empresa, acorde con la normativa de la NIOSH.

## **3.2. Controles administrativos**

### **3.2.1. Guía para la elaboración de un programa de salud y seguridad en el trabajo según la INTE T29:2016**

La norma INTE T29:2016 Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo. Aspectos generales. Dicha norma establece los requisitos mínimos para elaborar programas efectivos en salud y seguridad (INTECO, 2016). Esta norma se utilizó como guía para definir las partes que debe contener y contemplar un programa, en el cual se pretende disminuir los problemas ergonómicos y por exposición a estrés térmico por calor que se identificaron en la fase de diagnóstico y que se analizaron en la situación actual de la empresa.

### **3.2.2. Matriz de asignación de responsabilidades (matriz RACI)**

La matriz RACI permite organizar la asignación de roles y responsabilidades con respecto a las actividades de trabajo. Es una herramienta útil para vincular a las partes interesadas con el proyecto de interés y con la realización del trabajo. Además, se aplica de manera inicial para definir los roles y responsabilidades de las personas que van a participar y fomentar así la colaboración (Academia de

Gestión de Proyectos Empresariales, 2018). Las siglas que se emplean dentro de la matriz son: Comprometido (R), Responsable (A), Consultado (C) e Informado (I).

De esta manera, se asignaron los roles que tienen las diferentes partes involucradas (*Stakeholders*) que participan en la empresa en conjunto con las responsabilidades otorgadas. Asimismo, se usó para mapear actividades y entregas que se relacionan con los participantes del programa (Haworth, 2021).

Esta herramienta facilitó la asignación de funciones dentro del programa desarrollado y permitió mantener el orden y promover la participación.

### **3.2.3. Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo**

La norma INTE/ISO 6385:2016 Salud y Seguridad en el trabajo. Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo, establece pautas básicas que bajo fundamentos sólidos orientaron la modificación y el diseño de sistemas desde el punto de vista ergonómico (INTECO, 2016). Por tanto, se utilizó como base para las propuestas de controles ingenieriles y administrativas del programa.

## **F. Plan de análisis**

En la siguiente figura, se presenta un esquema sobre cómo se utilizaron las herramientas para cumplir con los objetivos del proyecto.

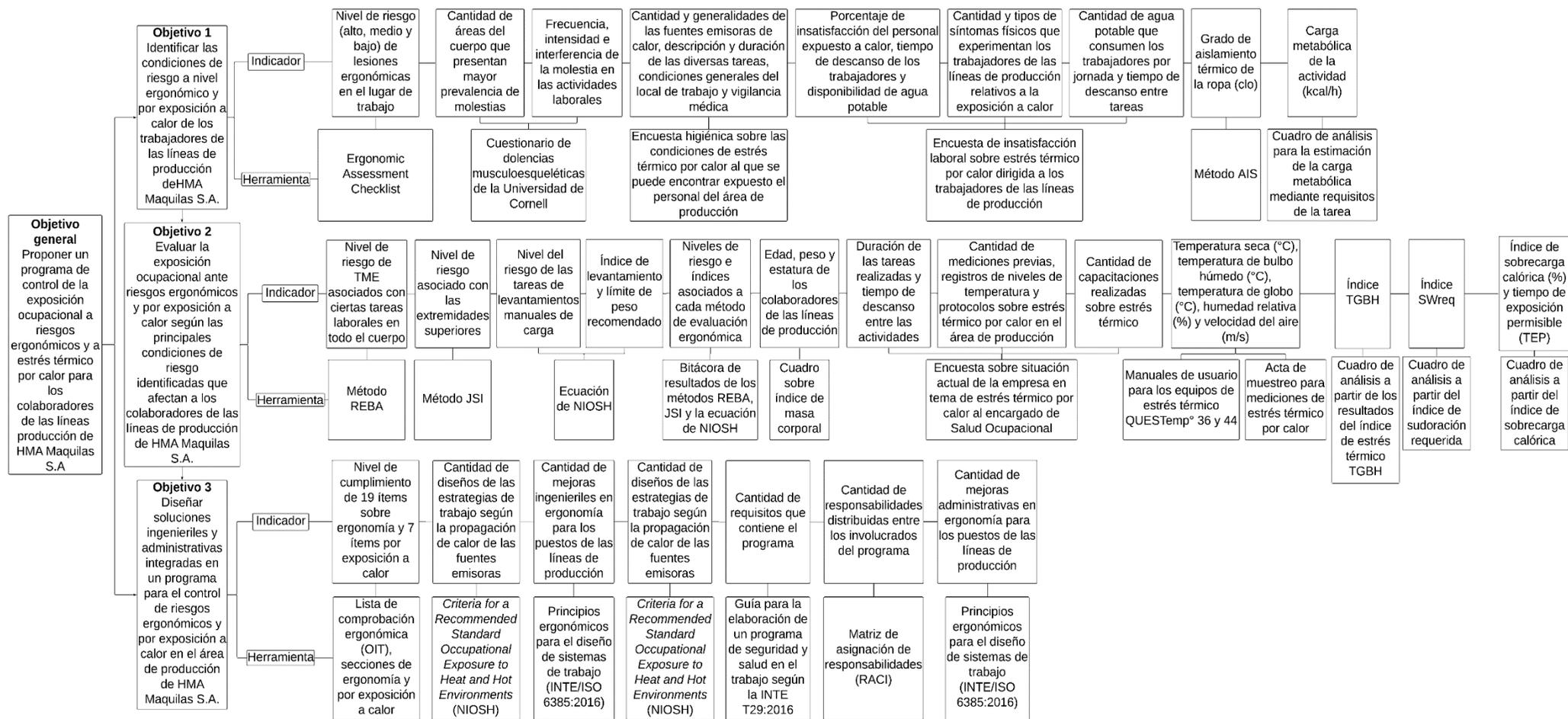


Figura 4. Plan de análisis del proyecto

## **1. Fase de identificación de las condiciones de riesgo en el local de trabajo**

Objetivo específico 1: Identificar las condiciones de riesgo a nivel ergonómico y por exposición a calor de los trabajadores de las líneas de producción de HMA Maquilas S.A.

Con el fin de identificar las condiciones de riesgo a nivel ergonómico a las que se encuentran expuestos los trabajadores de la planta de producción de HMA Maquilas, se utilizó una serie de herramientas que conocer aspectos importantes en tema de ergonomía que se presentan actualmente en la empresa para evaluarlos en la siguiente fase.

Se empleó la *Ergonomic Assessment Checklist*, de la OSHA, a los colaboradores de las líneas de producción previamente establecidos para identificar el nivel de riesgo ergonómico al que están expuestos, y así, seleccionar las herramientas de evaluación correctas para el proyecto.

Además, como se conocía que los trabajadores han manifestado quejas en el Departamento de Recursos Humanos, se decidió aplicar el cuestionario de dolencias musculoesqueléticas de la Universidad de Cornell a 18 colaboradores de las líneas de producción 2, 7 y 8. La información recolectada de los resultados de la encuesta se analizó con el fin de recopilar información sobre las molestias presentes en los trabajadores de las líneas de producción por cada zona del cuerpo. Los resultados se estudiaron por medio de gráficos y cuadros de Microsoft Excel para una mejor interpretación, conocer las zonas del cuerpo más afectadas en los colaboradores y cómo se pueden mitigar dichas molestias.

Por otro lado, se aplicó una serie de herramientas con el propósito de identificar las condiciones de riesgo por exposición a estrés térmico por calor de los trabajadores de la planta de producción de la empresa para evaluar dichos aspectos en la siguiente fase. Inicialmente se empleó una encuesta higiénica para conocer datos generales de la empresa, dimensiones del local de trabajo, información y generalidades de las fuentes emisoras de calor, descripción y duración de las diversas actividades realizadas en las líneas de producción y datos

sobre la vigilancia médica.

Para complementar la información anterior, se realizó una encuesta a los colaboradores de las líneas de producción con el fin de conocer características de insatisfacción en el tema de calor, cantidad y tipo de síntomas físicos que experimentan con respecto a la exposición a calor y si cuentan con agua potable en suficiente cantidad y siempre disponible. Así, se logró obtener datos y porcentajes sobre sus manifestaciones y quejas al respecto.

Seguidamente, se calculó el aislamiento térmico de la ropa (clo) de los trabajadores según la norma y UNE-EN ISO 9920:2009. Ergonomía del ambiente térmico. Estimación del aislamiento térmico y de la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa, la cual especifica los métodos para conocer las características térmicas (resistencia al calor) de la vestimenta de los trabajadores de las líneas de producción, con el fin de conocer la facilidad con la que la ropa permite la evaporación del sudor de los trabajadores.

También se estimó la carga metabólica (kcal/h) acorde a la norma UNE-EN ISO 8996:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica, que especifica métodos para determinar la tasa metabólica en relación con la ergonomía del ambiente climático de trabajo, donde la tasa metabólica permitió determinar la carga de trabajo según el tipo de jornada laboral.

## **2. Fase de evaluación de la exposición ocupacional de los colaboradores**

Objetivo específico 2: Evaluar la exposición ocupacional ante riesgos ergonómicos y por exposición a calor según las principales condiciones de riesgo identificadas que afectan a los colaboradores de las líneas de producción de HMA Maquilas S.A.

Por medio del método *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), se evaluaron las 22 tareas comúnmente realizadas por los trabajadores, con los productos más elaborados por la empresa, donde se estudió la postura de los colaboradores al realizar dichas labores, ya que permite analizar las posiciones de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca), el cuello, el tronco y las piernas. Al evaluar

el nivel de riesgo de lesiones de tipo musculoesqueléticas, al que se exponen los colaboradores al realizar sus actividades, se pudieron indicar las recomendaciones necesarias para tomar las medidas pertinentes.

Los datos necesarios para aplicación del método REBA se analizaron por medio del *software* de Ergonautas y se siguieron los siguientes pasos:

1. Se observaron las tareas que desempeña el trabajador durante varios de los ciclos de trabajo; estos ciclos tuvieron una duración de dos minutos.
2. Se seleccionaron las posturas a evaluar, siendo éstas las que suponen una mayor carga postural, ya sea por su duración o frecuencia, o porque representan una mayor desviación respecto a la posición neutral.
3. Se tomaron los datos angulares requeridos dependiendo de cada parte del cuerpo evaluada.
4. Se puntuó cada parte del cuerpo utilizando la tabla correspondiente para cada miembro (ver anexo 5).
5. Se obtuvieron las puntuaciones parciales y finales del método para la determinación de existencia de riesgos y establecimiento del nivel de acción.

Seguidamente, se aplicó el método *Job Strain Index* (JSI), que permitió evaluar los puestos de trabajo para valorar si los trabajadores, por las actividades que realizan, podrían desarrollar TME en las extremidades superiores distales (manos y muñecas) debido a los movimientos repetitivos. Los datos se analizaron por medio del *software* de Ergonautas y se siguieron los siguientes pasos:

1. Se observó al trabajador desempeñando sus tareas y se determinaron los ciclos de trabajo. Además, la observación al trabajador fue durante varios de los ciclos.
2. Se determinaron las tareas a evaluar y el tiempo de observación necesario, el cual por lo general coincide con la duración del ciclo.
3. Se determinó el valor de los multiplicadores de la ecuación de acuerdo con los valores de cada variable por medio de las tablas que se utilizan en el método.
4. Se obtuvo el valor del JSI mediante la aplicación de la ecuación del método

y se determinó el nivel de riesgo mediante una puntuación.

5. Se revisaron las puntuaciones para determinar si la tarea es segura o peligrosa y cuáles tareas podrían estar asociadas a desórdenes musculoesqueléticos en los miembros superiores.

Asimismo, se utilizó la ecuación de NIOSH, que permitió evaluar las tareas que implican levantamiento de cargas para conocer el peso máximo recomendado (RWL, por sus siglas en inglés) para evitar el riesgo por lumbalgias u otros problemas de espalda, y el índice de levantamiento (LI), que permitió identificar los levantamientos peligrosos. Los datos se analizaron por medio del *software* de Ergonautas y se siguieron los siguientes pasos:

1. Se observó la actividad desarrollada por el trabajador durante un periodo de tiempo y se analizó en qué consisten las tareas realizadas por el trabajador.
2. Se determinó el cumplimiento de las condiciones de aplicabilidad de la ecuación de NIOSH y si se debe aplicar algún factor de corrección, ya sea porque el peso es levantado con una sola mano o si es levantado por varias personas.
3. Se determinaron las tareas a evaluar y se analizó si se consideran como tarea simple o multitarea dependiendo de los criterios que indica el método.
4. Para cada una de las tareas, se estableció si existe control significativo de la carga en el destino de levantamiento, ya sea porque la carga tiene que ser depositada con exactitud, mantenerse suspendida por un tiempo antes de colocarla o el lugar de destino tiene dificultades de acceso.
5. Se tomaron los datos pertinentes para cada tarea: peso, distancias horizontales y verticales, frecuencia y duración de levantamientos, tiempo de recuperación, tipo de agarre y ángulos de asimetría.
6. Se calcularon los factores multiplicadores de la ecuación de NIOSH (HM, VM, DM, AM, FM y CM), para cada tarea en el origen y en el destino de levantamiento.
7. Conocidos los factores, se obtuvo el valor de peso máximo recomendado (RWL) para cada tarea mediante la aplicación de la ecuación de NIOSH.

$$RWL = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

*Figura 5. Ecuación de NIOSH*

*Fuente: Ergonautas (2015).*

8. Se calculó el índice de levantamiento (IL o LI).

$$LI = \frac{\text{Peso de la carga levantada}}{RWL}$$

*Figura 6. Ecuación del índice de levantamiento (LI)*

*Fuente: Ergonautas (2015).*

9. Se revisaron los valores de los factores multiplicadores para la determinación de dónde es necesario aplicar correcciones.

Aunado a lo anterior, se utilizaron bitácoras para recopilar la información obtenida luego de aplicar los métodos REBA, JSI y la ecuación de NIOSH por medio del *software* Ergonautas (ver apéndices 9, 10 y 11), con el fin de registrar los resultados y los criterios obtenidos en cada uno de los métodos de evaluación para los trabajadores de las líneas de producción que fueron evaluados. De esta manera, el análisis de los resultados se realizó de forma ordenada por medio de Microsoft Excel al generar figuras y cuadros importantes sobre los resultados.

Por otro lado, se realizó la evaluación de las condiciones de riesgo por exposición a estrés térmico por calor a las que se encuentran expuestos los trabajadores de la planta de producción, las cuales se identificaron previamente.

Inicialmente se utilizó el cuadro sobre el índice de masa corporal (IMC) para recolectar datos de edad, peso y estatura de los colaboradores de las líneas de producción, para luego calcular el IMC y conocer la condición (normal, bajo peso, sobrepeso u obesidad) de los trabajadores.

Seguidamente, se aplicó una encuesta sobre la situación actual de la empresa en tema de estrés térmico por calor al encargado de Salud Ocupacional. Esta herramienta está basada en el Reglamento para la Prevención y Protección de las Personas Trabajadoras Expuestas a Estrés Térmico por Calor, desarrollado por el CSO, con el fin de identificar factores de riesgo asociados a la exposición a

calor. De esta manera, se preguntó al encargado de salud ocupacional, datos como la duración de las tareas que desarrollan los trabajadores de las líneas de producción, su tiempo de descanso entre labores, manipulación de datos de la empresa sobre estrés térmico por calor, información sobre capacitaciones realizadas sobre estrés térmico y si manejan el proceso de aclimatación dentro de la empresa. El análisis de la información que se recopiló se realizó por medio de Microsoft Excel, donde se estudiaron las respuestas brindadas y se generó un análisis de la situación actual en este tema.

Además, se utilizó la metodología de la norma ISO 7243:2017 (Ratificada). Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo) y los manuales de usuario para los equipos de estrés térmico QUESTemp° 36 y QUESTemp°44. Así, se confeccionó un acta de muestreo que permitió el registro de los datos que se obtuvieron con los medidores de estrés térmico TGBH en cada una de las mediciones. Seguidamente, para analizar los datos de temperatura seca del aire (°C), temperatura de globo (°C), temperatura de bulbo húmedo (°C), humedad relativa (%) y velocidad del aire (m/s), se utilizó el *software* Spring 3.0 para determinar los índices de estrés térmico, de sobrecarga térmica y de sudoración requerida.

El cuadro de análisis del índice de estrés térmico recopila los datos más relevantes de las diversas temperaturas, la humedad relativa, la velocidad del aire y el índice TGBH de cada una de las nueve mediciones realizadas en los puntos de medición de las líneas de producción 2, 7 y 8. Así, se logró obtener los valores más importantes de cada variable en un solo cuadro, lo cual permitió analizar la influencia de cada variable en el aumento de la temperatura dentro del área de producción de HMA Maquilas S.A.

Finalmente, con el cuadro del índice de sudoración requerida se pudo conocer la duración límite de la exposición (DLE) y con el cuadro generado para el índice de carga calórica, se obtuvo el tiempo de exposición permisible (TEP) con su criterio asociado.

### **3. Fase de diseño de medidas de control**

Objetivo específico 3: Diseñar soluciones ingenieriles y administrativas integradas en un programa para el control de riesgos ergonómicos y por exposición a calor en el área de producción de HMA Maquillas S.A.

Considerando las evaluaciones de las condiciones de riesgo explicadas previamente, se utilizaron las secciones de los temas de ergonomía y la exposición a calor por estrés térmico de la lista de comprobación ergonómica de la OIT (ver apéndice 18), donde se establecen ítems que permiten conocer el nivel de cumplimiento del programa en los temas mencionados anteriormente.

Asimismo, se aplicó el documento de *Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments* de la NIOSH, donde se establecen requerimientos y recomendaciones para el control ante la exposición a calor en los lugares de trabajo y pautas a seguir para el diseño de sistemas de ventilación. Estos controles y estrategias de diseño se podrán aplicar gracias a la evaluación de las condiciones de riesgo descritas anteriormente.

Por otra parte, se utilizó toda la información obtenida durante las dos primeras fases de diagnóstico en conjunto con la INTE T23-1:2016: Salud y seguridad en el trabajo. Requisitos para la elaboración de un programa de salud y seguridad en el trabajo, para diseñar el programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa HMA Maquillas S.A., que contempla controles ingenieriles y administrativos para atender los problemas identificados en la empresa.

Seguidamente, la matriz RACI permitió asignar roles y responsabilidades, con el propósito de establecer tareas que deben realizar los involucrados internos y externos del programa, logrando así contar con responsables para cada uno de los requerimientos que tiene la propuesta del presente proyecto.

Por último, se aplicó la norma INTE/ISO 6385:2016 Salud y Seguridad en el trabajo. Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo, la cual

estableció pautas básicas fundamentales para los diseños ergonómicos administrativos e ingenieriles del programa, el cual consideró las interacciones más importantes entre el personal de las líneas de producción y los componentes del sistema de trabajo, lo cual incluye las diversas tareas, el espacio de trabajo y el ambiente.

## IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### A. Condiciones de riesgo ergonómico y de evaluación ergonómica

#### 1. *Ergonomic assessment checklist*

Para esta evaluación se tomó en cuenta si las tareas que estaban realizando los trabajadores de las líneas de producción al momento de la evaluación, presentaban los siguientes factores: posición de la cabeza y el cuello, ángulo y abducción del codo, flexión y extensión de la muñeca, flexión de la cadera y espalda baja, altura de la estación de trabajo, altura de la realización de la actividad y alcance de los productos con los que se trabaja. Además, también se consideró la repetitividad de movimientos, levantamiento y manejo manual de cargas y posiciones forzadas. En el siguiente cuadro, se presentan los resultados obtenidos.

**Cuadro 4.** Resumen de resultados del *ergonomic assessment checklist* de las tareas evaluadas

Línea de producción	Tarea	Nivel de riesgo
2	Etiquetado de cervezas en vidrio de 355 ml	Alto
3	Empaque de 6 packs de bebidas de 1 L	Alto
4	Empaque de 6 packs de bebida energizante de 350 ml	Alto
5	Levantamiento y desplazamiento de 6 packs de vino de 1 L	Alto
6	Empaque de 6 packs de bebidas de 350 ml	Alto
7	Empaque de 15 packs de cervezas de 350 ml	Alto
8	Levantamiento y desplazamiento de 12 packs de bebidas de 1 L	Alto
9	Etiquetado de 3 packs de maní de 80 g	Medio

Nota: el color rojo significa que el riesgo si respondió Sí a la pregunta 1 (y la empresa no ha hecho nada para solucionarlo), si respondió Sí a la pregunta 2 o 3 y otros dos Sí en los números 4 al 15, o si respondió Sí a seis o más en los números 4 hasta el 15.

Como se pudo observar del cuadro 4, de las tareas evaluadas, 88 % (n=7) presentan un riesgo alto, lo que significa que los trabajadores de las líneas de producción están expuestos a los factores descritos anteriormente en rangos que podrían provocar TME. Por esta razón, se decidió escoger y utilizar el Cuestionario de dolencias musculoesqueléticas de la Universidad de Cornell, los métodos de REBA, JSI y la ecuación de NIOSH para evaluar las condiciones actuales a las que están expuestos los colaboradores de las líneas de producción.

## **2. Cuestionario de dolencias musculoesqueléticas de la Universidad de Cornell**

Se analizaron los datos generales sobre la frecuencia, intensidad e interferencia del dolor o molestia musculoesquelética por cada zona del cuerpo de los 18 colaboradores de las líneas 2, 7 y 8 a través de una figura (ver apéndice 4), y se observó que las partes del cuerpo, que podrían ser afectadas por el desarrollo de las labores en la empresa, en términos tanto de frecuencia, como intensidad e interferencia, coinciden en ser la espalda alta (83 %, 72 % y 72 % respectivamente) y baja (72 %, 78 % y 61 %), la mano y muñeca izquierda (56 %, 50 % y 33 %) y la mano y muñeca derecha (61 %, 61% y 33 %). Por otro lado, los trabajadores evaluados no presentaron molestias en las piernas izquierda y derecha.

En cuanto a la espalda alta (ver cuadro 5), la cual fue la parte más afectada en la pregunta de frecuencia de dolor, la mayoría de población indicó que siente molestias de 1 a varias veces al día (27,78 % para ambos casos) (n=5), seguido por la espalda baja, en la que mayoría exteriorizó que sienten dolor 1 vez a la semana. En relación con la mano y muñeca derecha, la mayor parte de la población presentó dolor 1 vez al día aproximadamente, y en cuanto a la izquierda, la mayoría indica que de 1 a 2 veces por semana (16,67 %) (n=3), una vez por día (16,67 %) o varias veces al día (16,67 %). Los trabajadores realizan con frecuencia movimientos de inclinación de espalda al levantar cargas a diferentes alturas, además de estar todo el día de pie, lo que puede influir en sus dolencias en espalda baja y alta. Asimismo, realizan mucho trabajo manual de embalaje, lo que explica las dolencias tanto en mano y muñeca derecha e izquierda.

También se preguntó qué tan intenso ha sido el dolor experimentado en cada parte del cuerpo y en este caso, la espalda baja fue la más afectada, seguido por la espalda alta, con la mayoría de población (61,11 % y 33,33 % respectivamente) indicando que presentan un dolor moderado (n=11 y n=6). En cuanto a la mano y muñeca derecha e izquierda, un 27,78 % (n=5) y un 38,89 % (n=7) en el orden mencionado indicaron un dolor moderado. Se puede inferir que estos resultados se deben a las inclinaciones de espalda y trabajo de pie, como a la intensidad de tareas manuales.

**Cuadro 5.** Resumen de resultados del Cuestionario de dolencias musculoesqueléticas de la Universidad de Cornell de los trabajadores evaluados

Partes del cuerpo	Frecuencia de dolor (n=18)						Intensidad de dolor (n=18)					Interferencia del dolor (n=18)			
	Nunca (%)	1 a 2 veces por semana (%)	2 a 3 veces por semana (%)	1 vez por día (%)	Varias veces al día (%)	Total (%)	No dolor (%)	Poco dolor (%)	Dolor moderado (%)	Mucho dolor (%)	Total (%)	No (%)	Poco (%)	Mucho (%)	Total (%)
Cuello	55,56	16,67	5,56	11,11	11,11	44,44	55,56	16,67	16,67	11,11	44,44	77,78	16,67	5,56	22,22
Hombro izquierdo	72,22	5,56	11,11	5,56	5,56	27,78	72,22	11,11	11,11	5,56	27,78	77,78	11,11	11,11	22,22
Hombro derecho	61,11	16,67	5,56	11,11	5,56	38,89	61,11	16,67	11,11	11,11	38,89	72,22	16,67	11,11	27,78
Espalda alta	16,67	16,67	11,11	27,78	27,78	83,33	27,78	11,11	33,33	27,78	72,22	27,78	38,89	33,33	72,22
Brazo izquierdo	72,22	27,78	0,00	0,00	0,00	27,78	66,67	22,22	11,11	0,00	33,33	72,22	27,78	0,00	27,78
Brazo derecho	61,11	16,67	5,56	11,11	5,56	38,89	61,11	22,22	16,67	0,00	38,89	72,22	22,22	5,56	27,78
Espalda baja	27,78	11,11	11,11	27,78	22,22	72,22	22,22	0,00	61,11	16,67	77,78	38,89	22,22	38,89	61,11
Antebrazo izquierdo	72,22	16,67	0,00	11,11	0,00	27,78	72,22	16,67	11,11	0,00	27,78	83,33	16,67	0,00	16,67
Antebrazo derecho	72,22	16,67	5,56	5,56	0,00	27,78	72,22	11,11	11,11	5,56	27,78	83,33	11,11	5,56	16,67
Muñeca y mano izq.	44,44	16,67	5,56	16,67	16,67	55,56	50,00	11,11	27,78	11,11	50,00	66,67	22,22	11,11	33,33
Muñeca y mano der.	38,89	11,11	5,56	27,78	16,67	61,11	38,89	11,11	38,89	11,11	61,11	66,67	22,22	11,11	33,33
Cadera	77,78	16,67	5,56	0,00	0,00	22,22	72,22	5,56	22,22	0,00	27,78	72,22	16,67	11,11	27,78
Muslo izquierdo	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	88,89	11,11	0,00	0,00	11,11	94,44	5,56	0,00	5,56
Muslo derecho	94,44	0,00	0,00	5,56	0,00	5,56	83,33	11,11	5,56	0,00	16,67	94,44	5,56	0,00	5,56
Rodilla izquierda	83,33	11,11	5,56	0,00	0,00	16,67	83,33	5,56	11,11	0,00	16,67	88,89	11,11	0,00	11,11
Rodilla derecha	83,33	11,11	0,00	0,00	5,56	16,67	83,33	5,56	5,56	5,56	16,67	77,78	16,67	5,56	22,22
Pie izquierdo	72,22	0,00	22,22	0,00	5,56	27,78	72,22	0,00	22,22	5,56	27,78	77,78	22,22	0,00	22,22
Pie derecho	66,67	0,00	16,67	5,56	11,11	33,33	66,67	5,56	16,67	11,11	33,33	77,78	16,67	5,56	22,22

Nota: el color rojo en los recuadros indica los valores más críticos y el color azul en los datos numéricos indica el total de población afectada en cada pregunta.

Además, se preguntó si el dolor sentido ha interferido en su capacidad para realizar las tareas laborales. Al igual que en los datos de frecuencia e intensidad de dolor, las zonas más afectadas en las que la presencia de dolor ha interferido son la espalda alta y baja. Para la espalda alta, la mayoría de los trabajadores (n=7), representando un 38,89 % de la muestra, señaló que el dolor interfiere poco, contrario a la espalda baja en el que la mayoría (38,89 %) señaló que interfiere mucho. Seguido por la muñeca y mano, tanto izquierda como derecha, con un 22,22 % (n=4) señalando que interfiere poco, para ambos casos (ver cuadro 5).

### 3. Método de evaluación de posturas forzadas (REBA)

Se realizó la aplicación del método REBA para evaluar las tareas que se realizan con más frecuencia, así como los productos que se trabajan en mayor cantidad, en el área de producción de la empresa. La identificación y selección de labores evaluadas se determinó con el conocimiento del encargado de planeación de la organización; por lo tanto, se escogieron un total de 22 tareas, entre las que se encuentran el etiquetado, empaque, sellado, levantamiento y desplazamiento de diferentes productos y cargas.

Los resultados de la aplicación del método se muestran en el cuadro 6, cabe destacar que se aplicó el método al lado derecho e izquierdo del trabajador y se valoraron los ángulos correspondientes a sus posiciones con respecto a la vertical.

**Cuadro 6.** Resumen de resultados REBA de las tareas evaluadas

Línea de producción	Tarea	Puntuación REBA	Nivel de riesgo	Actuación
2	Empaque de 12 packs de bebidas de 1 L	8	Alto	Necesario pronto
2	Etiquetado de bebidas de 1 L	7	Medio	Necesario
2	Levantamiento y desplazamiento de 12 packs de bebidas de 1 L	11	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente
3	Levantamiento y acomodo de latas de maíz dulce 240 g	8	Alto	Necesario pronto
3	Etiquetado de latas de maíz dulce 240 g	6	Medio	Necesario
4	Etiquetado de 24 packs de cerveza en vidrio de 350 ml	8	Alto	Necesario pronto
4	Sellado de 24 packs de cerveza en vidrio de 350 ml en tarimas	12	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente
4	Levantamiento y desplazamiento de 24 packs de cerveza en vidrio de 350 ml	12	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente

5	Etiquetado de bebidas de 1 L	9	Alto	Necesario pronto
5	Empaque de 6 packs de bebidas 1 L	11	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente
5	Levantamiento y desplazamiento de 6 packs de bebidas 1 L	13	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente
6	Empaque de 6 packs de latas de cerveza de 710 ml	11	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente
6	Etiquetado de latas de cerveza de 710 ml	9	Alto	Necesario pronto
6	Levantamiento y desplazamiento de 6 packs de cerveza de 710 ml	12	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente
7	Etiquetado de 15 packs de latas de cerveza de 350 ml	9	Alto	Necesario pronto
7	Levantamiento y desplazamiento de 15 packs de latas de cerveza de 350 ml	12	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente
7	Empaque de 15 packs de latas de cerveza de 350 ml	12	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente
8	Empaque de 18 packs de latas de cerveza de 350 ml	12	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente
8	Levantamiento y desplazamiento de 18 packs de latas de cerveza de 350 ml	12	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente
9	Empaque de 24 packs de latas de cerveza de 350 ml	11	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente
9	Levantamiento y desplazamiento de 24 packs de latas de cerveza de 350 ml	12	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente
9	Levantamiento de tarimas completas de producto con una carretilla hidráulica	12	<b>Muy alto</b>	Necesario inmediatamente

Nota: el color rojo en los recuadros indica los valores REBA con puntuaciones entre 11 y 15, lo que indica que es un nivel de riesgo muy alto.

Como se observa, de la totalidad de las tareas evaluadas, solamente dos presentan un nivel de riesgo medio, donde la actuación es necesaria. Asimismo, el 90,9 % (n=20) de las tareas tienen un nivel de riesgo alto o muy alto, con una intervención necesaria ya sea pronta o inmediata, de las cuales el 63,3 % (n=14) representan un nivel de riesgo muy alto con un grado de actuación necesario inmediatamente. De esta manera, se puede determinar que es preciso que se dé una intervención en la totalidad de las tareas evaluadas para mitigar el riesgo ergonómico presente.

Asimismo, las tareas que resultaron más críticas fueron las de levantamiento, desplazamiento, empaque y sellado de los diferentes productos con los que se trabajan, siendo estas las que se clasificaron con un nivel de riesgo muy alto. Por el contrario, las tareas que tuvieron un nivel de riesgo medio fueron las de etiquetado de ciertos productos. Es importante destacar que las mesas de las líneas

de producción son todas de una misma altura (88,5 cm) no ajustable, lo que influye en que los trabajadores adopten posturas inadecuadas dependiendo de su estatura. De igual forma, todas las labores evaluadas presentan la posibilidad de que se desarrollen TME en los colaboradores que las realizan.

#### 4. Método de evaluación de la repetitividad de los movimientos (JSI)

Para la evaluación del método JSI se analizaron las 22 tareas que se realizan con mayor frecuencia con los productos que más se elaboran en la empresa, con el fin de estudiar la repetitividad de movimientos a la que se encuentran expuestos los trabajadores, lo que podría provocar desórdenes traumático-acumulativos en las extremidades superiores. Los resultados se muestran a continuación.

*Cuadro 7. Resumen de resultados JSI de las tareas evaluadas*

Línea de producción	Tarea	Puntuación JSI	Significado JSI
2	Empaque de 12 packs de bebidas de 1 L	20,25	Alto riesgo
2	Etiquetado de bebidas de 1 L	6,75	Tarea insegura
2	Levantamiento y desplazamiento de 12 packs de bebidas de 1 L	30,38	Alto riesgo
3	Levantamiento y acomodo de latas de maíz dulce 240 g	15,19	Alto riesgo
3	Etiquetado de latas de maíz dulce 240 g	6,75	Tarea insegura
4	Etiquetado de 24 packs de cerveza en vidrio de 350 ml	6,75	Tarea insegura
4	Sellado de 24 packs de cerveza en vidrio de 350 ml en tarimas	10,13	Alto riesgo
4	Levantamiento y desplazamiento de 24 packs de cerveza en vidrio de 350 ml	30,38	Alto riesgo
5	Etiquetado de bebidas de 1 L	6,75	Tarea insegura
5	Empaque de 6 packs de bebidas 1 L	27	Alto riesgo
5	Levantamiento y desplazamiento de 6 packs de bebidas 1 L	30,38	Alto riesgo
6	Empaque de 6 packs de latas de cerveza de 710 ml	20,25	Alto riesgo
6	Etiquetado de latas de cerveza de 710 ml	10,13	Alto riesgo
6	Levantamiento y desplazamiento de 6 packs de cerveza de 710 ml	30,38	Alto riesgo
7	Etiquetado de 15 packs de latas de cerveza de 350 ml	6,75	Tarea insegura
7	Levantamiento y desplazamiento de 15 packs de latas de cerveza de 350 ml	40,5	Alto riesgo

7	Empaque de 15 packs de latas de cerveza de 350 ml	27	Alto riesgo
8	Empaque de 18 packs de latas de cerveza de 350 ml	40,5	Alto riesgo
8	Levantamiento y desplazamiento de 18 packs de latas de cerveza de 350 ml	45,56	Alto riesgo
9	Empaque de 24 packs de latas de cerveza de 350 ml	40,5	Alto riesgo
9	Levantamiento y desplazamiento de 24 packs de latas de cerveza de 350 ml	58,5	Alto riesgo
9	Levantamiento de tarimas completas de producto con una carretilla hidráulica	60,75	Alto riesgo

Nota: el color rojo en los recuadros indica los valores de JSI que son iguales o superiores a 7, lo que indica que la tarea es probablemente peligrosa.

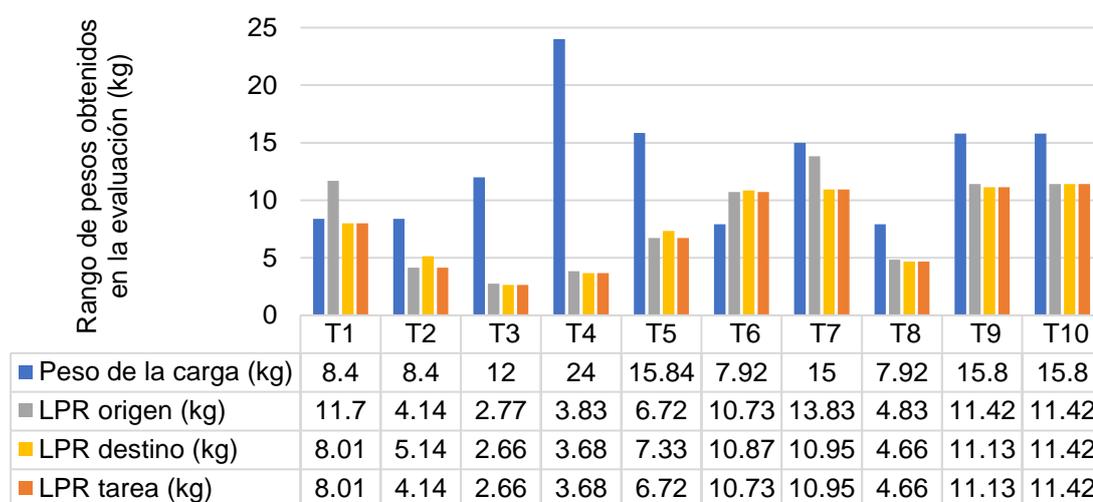
Como se observa en el cuadro anterior, la totalidad de las tareas evaluadas tiene una puntuación mayor a 3, por lo que se puede inferir que ninguna de las tareas es segura. Así, el 77,27 % (n=17) de la totalidad de tareas evaluadas posee una puntuación JSI superior a 7, lo cual significa que la tarea es de alto riesgo para la salud del trabajador que la realiza. Por otro lado, el 22,73 % (n=5) de las tareas cuentan con una puntuación mayor que 3, pero menor que 7, lo que implica que la tarea no es segura y que puede resultar perjudicial para los segmentos distales de las extremidades superiores.

Las cinco tareas que obtuvieron la menor puntuación JSI están relacionadas al etiquetado de diferentes productos como latas de bebidas y alimentos, bebidas en botellas plásticas y bebidas en botellas de vidrio, por lo que se puede determinar que las actividades de etiquetado son las que representan un menor riesgo para los colaboradores de la planta de producción. En contraste, las tareas que obtuvieron una mayor puntuación JSI, superiores a 40, están relacionadas con las tareas de levantamiento, empaque y desplazamiento de cargas, por lo que se le debe prestar especial atención a estas tareas e intervenir para mitigar los efectos desórdenes traumático-acumulativos en las extremidades superiores.

## 5. Ecuación de NIOSH

Entre las actividades que son más frecuentes a realizar por los trabajadores de las líneas de producción de la empresa, se encuentra el levantamiento y acomodo de cargas de distintos productos.

Al igual que en el caso anterior, se determinó en conjunto con el encargado de planificación las tareas más comunes con los productos que más se trabajan, y que más pesan, que están relacionadas al levantamiento de cargas, con el fin de aplicar la ecuación de NIOSH para analizar si estas podrían ocasionar lesiones a los trabajadores. Se escogieron un total de 10 tareas que involucran el levantamiento y acomodo de diferentes productos. Los resultados se muestran en la figura 7 y el cuadro 8.



T=trabajador  
n=10  
LPR: Límite de peso recomendado

Figura 7. Límite de peso recomendado por la ecuación de NIOSH y peso de las cargas levantadas por los colaboradores evaluados

En la figura 7 se observa el límite de peso recomendado (LPR, por sus siglas en español) en el origen y en el destino de la tarea, el LPR de la tarea en sí y los pesos de las cargas que levantan cada una de las tareas evaluadas. Como se puede ver, solamente en uno de los casos analizados el peso de la carga levantado por el trabajador fue menor al LPR de la tarea, lo cual no implicaría un riesgo. En el 90 % de las tareas analizadas (n=9), el peso que levantaron los trabajadores superó el peso máximo de la tarea recomendado por la ecuación de NIOSH, por lo que nueve de los diez colaboradores evaluados se encuentran expuestos a sufrir lesiones relacionadas al levantamiento de cargas.

Asimismo, en el 80 % de las tareas (n=8), el peso levantado superó tanto el

LPR en el origen, como el LPR en el destino. En el 60 % de los casos (n=6), el LPR es mayor en el origen, esto se puede deber a que en la mayoría de las ocasiones se requiere un control para poner la carga en el destino, ya sea porque debe ser depositada con exactitud al colocarlas en un orden o altura en específico o se debe mantener la carga suspendida durante un tiempo antes de colocarla.

**Cuadro 8.** Índice de levantamiento por tareas

Trabajador	Tarea	Índice de levantamiento (IL)
1	Levantamiento y desplazamiento de 6 packs de latas de cerveza de 710 ml	1,05
2	Levantamiento y desplazamiento de 24 packs de latas de cerveza de 350 ml	2,03
3	Levantamiento y desplazamiento de 12 packs de bebidas de 1 L	<b>4,51</b>
4	Levantamiento de tarimas completas de producto con una carretilla hidráulica	<b>6,52</b>
5	Levantamiento y desplazamiento de 24 packs de botellas de cerveza en vidrio de 350 ml	2,36
6	Acomodo de 12 packs de bebidas de 1 L en tarima final	0,74
7	Levantamiento y desplazamiento de 6 packs de bebidas de 1 L	1,37
8	Acomodo de 24 packs de botellas de cerveza en vidrio de 350 ml en la tarima final	1,70
9	Levantamiento y desplazamiento de 18 packs de latas de cerveza de 350 ml	1,42
10	Levantamiento y desplazamiento de 15 packs de latas de cerveza de 350 ml	1,38

Nota: el color rojo en los recuadros indica los valores del IL que son superiores a 3, lo que indica que la tarea ocasionará problemas en la mayoría de los trabajadores.

Como se observa en el cuadro 8, del total de tareas evaluadas, sólo la de acomodo de 12 packs de bebidas de 1 litro en tarima final posee un índice de levantamiento (IL, por sus siglas en español) menor a 1, lo que indica que puede ser realizada por la mayoría de los trabajadores sin ocasionar problemas. Siete, de las diez tareas evaluadas poseen un IL entre 1 y 3, lo que indica que esas tareas podrían ocasionar problemas a algunos trabajadores, por lo que es conveniente estudiar si las labores se están realizando de la mejor manera y realizar las modificaciones pertinentes y dos de las tareas presentan un IL mayor a 3, lo que indica que la tarea causa problemas a la mayor parte de los trabajadores, por lo que se debería modificar. Las dos tareas más críticas son el levantamiento y

desplazamiento de 12 packs de bebidas de 1 litro y el levantamiento de tarimas completas de producto con una carretilla hidráulica. Para ver el cuadro resumen de los resultados de los métodos REBA, JSI y la ecuación de NIOSH, ir al apéndice 19.

## **B. Condiciones de riesgo y evaluación de la exposición a estrés térmico por calor**

### **1. Encuesta higiénica sobre las condiciones de estrés térmico por calor al que se puede encontrar expuesto el personal de la empresa**

De la encuesta higiénica sobre las condiciones de estrés térmico por calor al que se puede encontrar expuesto el personal de la empresa, se obtuvo que los hornos 01HMTF (línea de producción 7) y 06HMTF (línea de producción 8) son los más utilizados para darle la forma final a los productos producidos (packs de bebidas de diversos tipos). Estos equipos alcanzan temperaturas hasta de 300 °C, les toma 30 minutos calentar de manera uniforme y funcionan desde las 7:00 a.m. a las 05:00 p.m. En el caso del horno 01HMTF, tiene control de temperatura, contactores, variador de frecuencia en la banda, *breaker* independiente (de la línea 7) y un *breaker* específico para regular la carga del horno. Para el horno 06HMTF, este cuenta con control de temperatura, contactores, variadores de frecuencia en la banda y en el motor de ventilación, *breaker* independiente (de la línea 8) y un *breaker* específico para regular la carga.

Para la línea de producción 2, la máquina de PolyPack (01HMPL), que también trabaja durante toda la jornada y necesita el mismo tiempo de estabilización, envuelve los packs de bebidas en plástico e inmediatamente pasa al horno (300 °C) para termoformar el producto en cuestión. Esta máquina tiene control de temperatura, contactores, variador de frecuencia en la banda, *breaker* independiente (de la línea 2), *breaker* específico para regular la carga del horno y dos ventiladores en la salida del horno hacia el final de la banda transportadora.

## **2. Encuesta sobre situación actual de la empresa en tema de estrés térmico por calor al encargado de salud de la consultora GACSO en HMA Maquilas S.A.**

La encuesta sobre la situación actual de la empresa en tema de estrés térmico por calor al encargado de salud de la empresa GACSO S.A., que labora como *outsourcing* en HMA Maquilas S.A., dio a conocer que no se ha realizado ningún estudio o medición previa sobre la exposición a estrés térmico por calor. Asimismo, no existen registros sobre los niveles de temperatura máxima y humedad relativa, ni registro o lista de trabajadores expuestos a condiciones térmicas, ni de tareas a realizar que están vinculadas a la exposición a calor. Además, no se han aplicado protocolos de hidratación y descanso durante la jornada laboral, así como de aclimatación. Tampoco se han realizado capacitaciones sobre estrés térmico por calor; sin embargo, sí se cuenta con personal capacitado de la consultora GACSO S.A. para identificar manifestaciones clínicas en este tema en la empresa y no se cuentan con medidas de prevención y protección para los trabajadores destinados a mitigar el riesgo al que están expuesto por estrés térmico por calor.

## **3. Encuesta de insatisfacción laboral sobre estrés térmico por calor dirigida a los trabajadores del área de producción de la empresa**

Se aplicó una encuesta a 18 colaboradores de HMA Maquilas S.A. para saber el porcentaje de insatisfacción del personal expuesto a calor. Se pudo determinar que el 100 % de los colaboradores considera que se encuentra expuesto a estrés térmico por calor durante su jornada laboral y el 72,2 % (n=13) indicó que dicha exposición ha llegado a afectar su salud. Asimismo, el 72,2 % de la población expresó que el nivel de sensación térmica durante su jornada es muy caluroso y el 27,8 % (n=5) que es caluroso y ninguno considera que el ambiente es neutral, fresco, ni muy fresco. Además, la mayoría de los trabajadores manifestó que se sienten insatisfechos o muy insatisfechos en cuanto a su exposición a estrés térmico por calor durante su jornada y a la cantidad de aire fresco que pueden sentir, ya que la ventilación natural es mínima.

También se les preguntó a los trabajadores sobre los síntomas físicos que

han experimentado durante su jornada laboral, que son relativos a la exposición a estrés térmico por calor (ver figura 8). Como se observa, 66,67 % (n=12) de los colaboradores han experimentado sudoración intensa, dolor de cabeza y cansancio o fatiga. Aunado a esto, 38,89 % (n=7) ha sentido mareos y 22,22 % (n=4) indicaron que han sentido calambres, en tanto que 16,67 % (n=3) manifestó sentir adormecimiento y alergias. En menor cantidad, pero igual de importantes, han presentado piel fría y húmeda y 5,56 % (n=1) quemaduras y vómito.

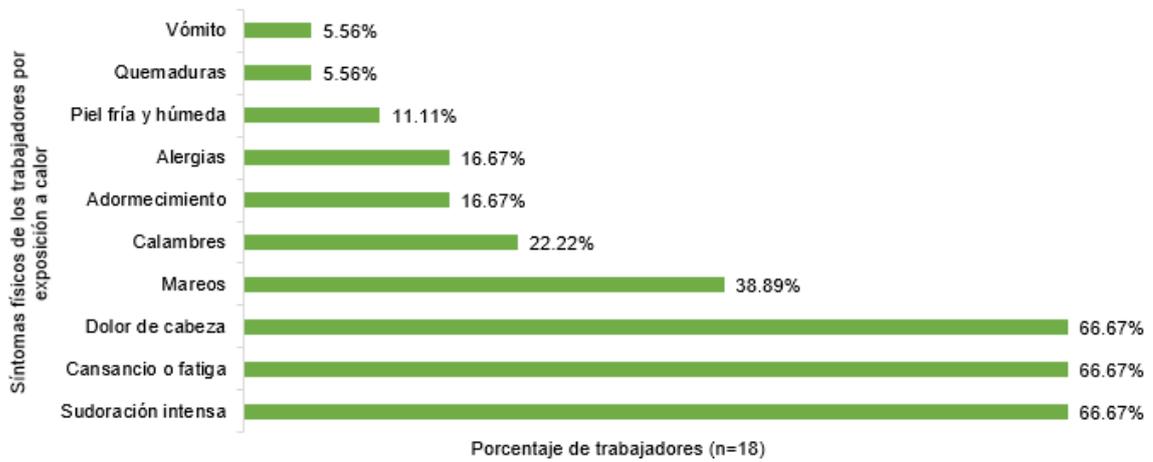


Figura 8. Nivel de sensación térmica de los trabajadores

#### 4. Características físicas

En cuadro 9 se pueden observar los rangos de edad, peso y estatura de los 54 trabajadores del área de producción de HMA Maquilas S.A., donde se aprecia que 16 trabajadores se encuentran entre los 18 y 25 años.

Cuadro 9. Características físicas de los colaboradores del área de producción

Cantidad de trabajadores	Rango de edad (años)	Rango de peso (kg)	Rango de estatura (m)
16	18 - 25	43 - 128	1,48 - 1,75
6	26 - 30	55 - 80	1,40 - 1,76
15	31 - 35	55 - 90	1,56 - 1,80
6	36 - 40	64 - 74	1,50 - 1,70
3	41 - 45	64 - 78	1,60 - 1,65
3	46 - 50	62 - 84	1,52 - 1,56
3	51 - 55	44 - 65	1,55 - 1,62
1	56 - 60	67	1,60

1	61 - 66	52	1,63
---	---------	----	------

Con los datos de peso y estatura de los colaboradores, se calculó el índice de masa corporal (IMC) y se obtuvo que 43 % (n=23) de los trabajadores están en condiciones normales de peso, 37 % (n=20) presentan sobrepeso, 15 % (n=8) padece de obesidad y 6 % (n=3) se encuentra bajo peso. Es importante mencionar que tener sobrepeso u obesidad, implica mayor dificultad para regular la temperatura corporal porque no se disipa y elimina el calor fácilmente, además que el tejido graso no retiene el agua eficientemente, lo cual puede provocar agotamiento, dolor de cabeza, baja presión arterial, deshidratación, golpes de calor, entre otros (Centro Integral de Nutrición Islas Baleares, 2019).

## 5. Aislamiento térmico de la vestimenta

Para la estimación del grado de aislamiento térmico de la vestimenta (clo), se realizó una evaluación a los 54 trabajadores del área de producción y se determinaron los valores clo con la opción de “selección personalizada de prendas” del *software* Ergonautas, basado en el método AIS. De esta manera, se obtuvo que el 44 % (n=12) de la población femenina utiliza camisa de manga corta (algodón), *jeans*, ropa interior femenina, calcetines y tenis, lo cual representa un clo de 0,61. En el caso de la población masculina, 37 % de los trabajadores (n=10) usan camisa de manga corta (algodón), *jeans*, bóxer, calcetines y tenis, siendo el clo de 0,68. Cabe destacar que todos los trabajadores deben utilizar mascarilla y careta debido a la pandemia por COVID-19. Asimismo, la mayoría de los colaboradores utilizan un chaleco como parte de su equipo de protección personal, pero éste no altera los resultados del aislamiento térmico debido a que las fibras sintéticas del chaleco son ligeras y permiten el paso del sudor.

La vestimenta reduce la pérdida de calor del cuerpo, por lo que entre menor sea el valor de clo, la evaporación del sudor se dará de manera más fluida (Cortés, 2015). Con los resultados obtenidos por medio del método AIS, se concluye que la vestimenta de los trabajadores no dificulta el equilibrio térmico del cuerpo con el ambiente. Para conocer detalladamente otras combinaciones de ropa que utilizan los trabajadores con su respectivo valor de clo se puede consultar el apéndice 20.

## 6. Carga metabólica de la actividad

Para calcular la tasa metabólica de los 54 colaboradores del área de producción, se utilizó el método de estimación de la tasa metabólica mediante requisitos de la tarea, de la norma INTE/ISO 8996:2005, el cual emplea dos tablas (ver anexo 6) que tienen una precisión de  $\pm 20\%$ , debido a que se estima la tasa metabólica mediante observación, lo cual implica un mayor grado de error. Por tanto, se observó a los trabajadores de manera individual por tres días y de esta manera lograr reducir el margen de error de la variable en cuestión. Sin embargo, es de suma importancia recalcar que las actividades que realizan los trabajadores son distintas, por lo que la carga metabólica cambió diariamente,

En el cuadro 10 se presentan los valores de la tasa metabólica de los seis trabajadores que se muestrearon en el tema de estrés térmico por calor. Como se puede observar, el trabajador siete de la línea de producción 7, presentó la carga metabólica más elevada ( $306 \text{ W/m}^2$ ) en uno de sus tres días de evaluación. Así, los trabajadores muestreados presentan diversas tasas metabólicas según la carga de trabajo de los tres días de medición.

**Cuadro 10.** Estimación de la carga metabólica de los colaboradores del área de producción de HMA Maquilas S.A. según la norma INTE/ISO 8996:2005

Línea de producción	Trabajador	Tasa metabólica ( $\text{W/m}^2$ )		
		Día 1	Día 2	Día 3
2	3	112	152	177
	4	248	136	298
7	4	155	274	189
	7	273	306	181
8	1	132	268	240
	7	232	181	132

En el apéndice 21 se puede consultar la carga metabólica de todos los colaboradores.

## 7. Condiciones termohigrométricas

Para conocer las condiciones de temperatura, humedad y ventilación en el área de producción de HMA Maquilas S.A., se realizaron tres mediciones en las tres máquinas que alcanzan la mayor temperatura ( $300 \text{ }^\circ\text{C}$ ) en la empresa,

obteniendo un total de nueve mediciones. Las variables consideradas para el muestreo fueron: temperatura de bulbo seco (°C), temperatura de bulbo húmedo (°C), temperatura de globo (°C), humedad relativa (%) y velocidad del viento (m/s).

El horario de muestreo siempre fue de 8:10 a.m. a 2:35 p.m., donde las mediciones se registraron cada 15 minutos en el acta de muestreo (ver apéndice 14), obteniendo un total de 25 mediciones por día. Es importante mencionar que la primera medición se tomó a las 8:35 a.m. en todos los casos, porque los equipos QUESTemp°36 y QUESTemp°44 necesitan 15 minutos para estabilizarse. En el cuadro 11 se presentan los valores máximos y el promedio de los datos de las variables mencionadas anteriormente durante los nueve días de medición.

**Cuadro 11.** Condiciones termohigrométricas en el área de producción de HMA Maquilas S.A. para las líneas de producción 2, 7 y 8

Variables	Datos estadísticos	Línea #2			Línea #7			Línea #8		
		20-08-21	23-08-21	24-08-21	12-08-21	13-08-21	16-08-21	17-08-21	18-08-21	19-08-21
Temperatura bulbo seco (°C)	Máximo	29,60	31,10	30,60	30,50	31,80	32,20	29,80	32,20	31,40
	Promedio	27,96	29,53	29,47	28,60	30,15	30,33	29,00	29,75	29,70
Temperatura bulbo húmedo (°C)	Máximo	23,80	25,10	25,10	24,90	24,80	31,20	24,40	25,00	24,70
	Promedio	23,18	24,20	24,34	23,91	23,99	25,20	23,26	23,55	23,93
Temperatura de globo (°C)	Máximo	30,20	31,40	30,70	30,50	32,40	33,60	32,10	32,70	32,20
	Promedio	28,52	29,96	29,68	28,92	30,98	31,95	30,20	30,37	30,34
Humedad relativa (%)	Máximo	73,00	75,00	79,00	71,00	64,00	60,00	68,00	69,00	65,00
	Promedio	67,80	65,72	66,20	63,88	51,64	54,12	58,00	54,40	58,88
Velocidad del aire (m/s)	Máximo	1,70	1,30	1,30	1,20	2,20	1,60	2,00	2,20	2,30
	Promedio	1,53	1,18	1,11	1,02	1,70	1,26	1,66	1,85	1,95
Índice de estrés térmico (TGBH)	Máximo	25,63	26,90	26,78	26,55	36,38	31,92	26,32	26,82	26,95
	Promedio	24,78	25,92	25,94	25,41	26,52	27,22	25,34	25,59	25,85

El cuadro anterior considera a los trabajadores dos, cuatro y uno, de las líneas de producción 2, 7 y 8 respectivamente. Como se puede observar, la temperatura de bulbo seco (que es la temperatura del aire) presentó valores promedio que oscilaban entre 28,60 °C y 30,33 °C. En el caso de la temperatura de bulbo húmedo, los resultados promedio se encontraron entre 23,18 °C y 25,20 °C, lo cual permite observar la influencia de la humedad en la sensación térmica del

local. Seguidamente, la temperatura de globo presentó datos promedio que van desde 28,52 °C hasta 31,95 °C, lo cual indica que la temperatura radiante es la fuente principal de transmisión por calor en el área de producción de la empresa.

Para el caso de la humedad relativa, los valores promedio están entre 51,64 % y 67,80 % y según la *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) (2009), los porcentajes de humedad relativa deben estar entre 30 % y 50 %, siendo el porcentaje más deseable un 50 %, lo cual representa una posibilidad de desequilibrio térmico en los trabajadores, debido a que entre más alta sea la humedad relativa presente en un local, más difícil será el proceso de evaporación del sudor, aumentando así la temperatura interna del cuerpo.

Por otra parte, los valores promedio de la velocidad del aire iban desde 1,02 m/s a 1,95 m/s. Una baja renovación y circulación del aire interior, genera acumulación del calor en el cuerpo y puede generar malestares físicos en los colaboradores, y en el caso de HMA Maquilas S.A., hay dos compuertas por donde se carga y descarga producto; sin embargo, solo una de las compuertas está cerca de las líneas de producción (a 1,59 m) y aunque se mantenga abierta, el aire no circula por todo el local. Por esta razón la velocidad del aire puede alcanzar valores máximos de hasta 2,30 m/s, pero no es un valor que se mantiene en el tiempo.

Finalmente, el índice de estrés térmico se calculó obteniendo las variables estadísticas (valor máximo y promedio) de cada una de las variables de las nueve actas de muestreo. En el cuadro 11 se observa que el TGBH máximo fluctuó entre 25,63 °C y 36,38 °C y el TGBH promedio osciló entre 24,78 °C y 27,22 °C. La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) establece que, para un tipo de trabajo continuo los valores límites permisibles son de 28 °C y 26 °C para una carga de trabajo media y pesada, respectivamente. Así, se logra observar que hay valores máximos y promedios que efectivamente superan los valores permisibles, por lo que sí hay riesgo de estrés térmico por calor en las áreas evaluadas.

La figura 9 muestra los 225 datos del índice de estrés térmico (TGBH) obtenidos durante los nueve días de mediciones en comparación con los TGBH Límite para personas aclimatadas que realizan trabajo moderado y pesado en las líneas de ensamblaje de la empresa. De esta manera, se logra observar que se supera el límite de trabajo pesado y moderado durante diferentes instantes de la jornada laboral de todos los días muestreados.

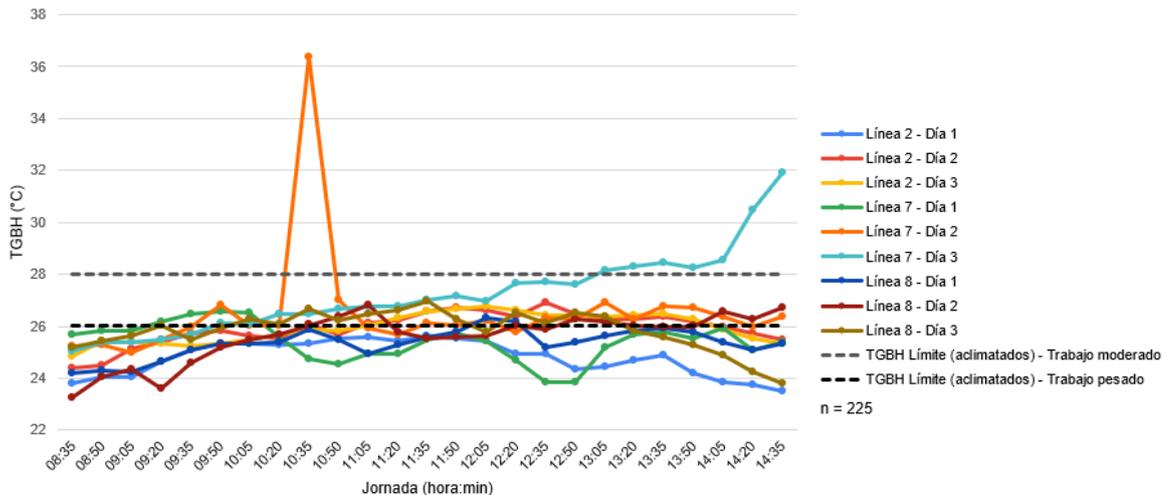


Figura 9. Índice de estrés térmico (TGBH) de las mediciones tomadas en el punto de entrada de los hornos de cada línea asociada

El cuadro 12 considera a los trabajadores cuatro, siete y siete de las líneas de producción 2, 7 y 8 respectivamente. Como se puede observar, la temperatura del aire presentó valores promedio que oscilan entre 30,08 °C y 34,26 °C. En el caso de la temperatura de bulbo húmedo, los resultados promedio se encontraron entre 23,44 °C y 26,70 °C. Seguidamente, la temperatura de globo presentó datos promedio que van desde 34,60 °C hasta 37,26 °C, lo cual afirma que la temperatura radiante es la fuente principal de transmisión por calor en el área de producción de la empresa.

Para el caso de la humedad relativa, los valores promedio estuvieron entre 45,92 % y 57,37 %, siendo estos valores mucho más cercanos al porcentaje deseable del 50 % de ASHRAE (2009). Por otra parte, los valores promedio de la velocidad del aire iban desde 1,02 m/s a 1,95 m/s. Finalmente, se observa que el TGBH máximo fluctuó entre 28,05 °C y 34,84 °C y el TGBH promedio osciló entre 26,85 °C y 29,25 °C. Así, se logra observar que los valores máximos y promedios

efectivamente superan los valores permisibles de la ACGIH de 28 °C y 26 °C, por lo que sí hay riesgo de estrés térmico por calor en las áreas evaluadas.

**Cuadro 12.** Condiciones termohigrométricas en el área de producción de HMA Maquilas S.A. para las líneas de producción 2, 7 y 8

Variables	Datos estadísticos	Línea #2			Línea #7			Línea #8		
		20-08-21	23-08-21	24-08-21	12-08-21	13-08-21	16-08-21	17-08-21	18-08-21	19-08-21
Temperatura bulbo seco (°C)	Máximo	34,70	34,00	33,70	36,20	38,20	35,40	33,90	33,90	36,50
	Promedio	30,58	30,76	31,50	32,96	34,26	33,15	31,87	30,08	32,89
Temperatura bulbo húmedo (°C)	Máximo	24,40	25,50	28,10	26,30	26,60	27,50	25,70	26,00	28,00
	Promedio	23,44	24,45	24,83	25,22	25,12	26,70	23,96	23,67	25,87
Temperatura de globo (°C)	Máximo	41,10	34,60	39,50	39,90	40,30	38,00	38,90	39,20	50,80
	Promedio	34,49	32,47	34,85	37,26	36,54	35,18	34,45	35,00	36,92
Humedad relativa (%)	Máximo	67,50	63,80	63,30	59,70	55,50	52,60	57,10	66,10	63,30
	Promedio	50,13	57,37	54,50	46,67	42,55	48,38	45,92	52,80	50,34
Velocidad del aire (m/s)	Máximo	1,70	1,30	1,30	1,20	2,20	1,60	2,00	2,20	2,30
	Promedio	1,53	1,17	1,11	1,02	1,70	1,26	1,66	1,85	1,95
Índice de estrés térmico (TGBH)	Máximo	29,38	28,05	30,20	29,82	30,08	30,65	29,38	29,69	34,84
	Promedio	26,85	26,86	27,80	28,83	28,55	29,25	27,10	27,07	29,20

Para observar el cuadro resumen de los datos de las condiciones termohigrométricas en los puntos de entrada y salida de los hornos, ver apéndice 22.

La figura 10 muestra los restantes 225 datos del índice de estrés térmico (TGBH) obtenidos durante los nueve días de mediciones en comparación con los TGBH Límite para personas aclimatadas que realizan trabajo moderado y pesado en las líneas de ensamblaje de la empresa. De esta manera, se logra observar que se supera el límite de trabajo pesado y moderado durante diferentes instantes de la jornada laboral de todos los días muestreados.

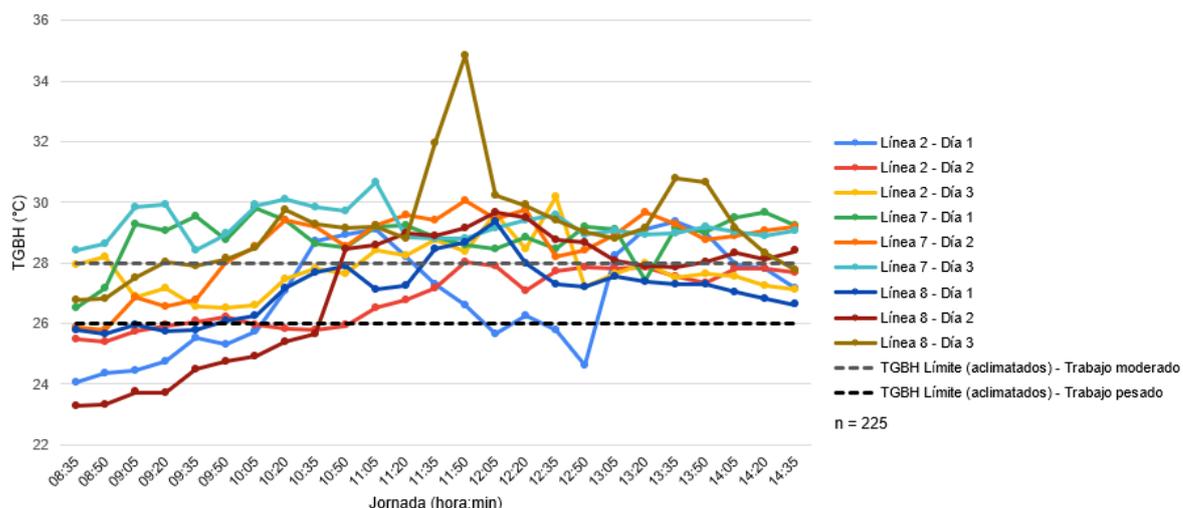


Figura 10. Índice de estrés térmico (TGBH) de las mediciones tomadas en el punto de salida de los hornos de cada línea correspondiente

## 8. Índice de sudoración requerida (SWreq)

Los valores del cuadro 13 se obtuvieron por medio del *software* Spring 3.0, el cual está basado en la norma ISO 7933:2005. Este índice permite conocer el ritmo de producción de sudor que el cuerpo requiere para mantener el balance térmico. Como se puede apreciar, la duración límite de la exposición (DLE) es ilimitada únicamente para el trabajador dos de la línea de producción 2; sin embargo, los otros cinco trabajadores tienen una DLE que en el mejor escenario es de 7,8 horas (468,61 minutos) y en el peor caso es de 1,6 horas (96,93 minutos).

Cuadro 13. Índice de sudoración requerida para los seis colaboradores evaluados

Línea de producción	Trabajador	Variables estadísticas	Personas aclimatadas				
			Criterio de alarma				
			Humedad prevista de la piel (wp)	Tasa de evaporación (Ep, W/m <sup>2</sup> )	Tasa de sudoración (SWp, W/m <sup>2</sup> )	Cantidad de sudoración prevista (D, g/h)	Duración límite de la exposición (DLE, min)
2	2	Máximo	0,68	130,46	169,12	439,70	Ilimitada
		Promedio	0,42	86,29	100,22	260,57	
	3	Máximo	0,92	203,07	300,00	780,00	336,44
		Promedio	0,77	158,62	240,52	625,36	96,93
7	4	Máximo	0,86	206,12	300,00	780,00	466,54
		Promedio	0,65	148,24	200,21	520,56	268,75
	7	Máximo	0,90	204,98	300,00	780,00	428,62
		Promedio	0,84	180,95	281,42	731,68	146,38

8	1	Máximo	0,90	195,27	300,00	780,00	410,77
		Promedio	0,70	152,05	227,34	591,07	227,62
	7	Máximo	0,92	196,65	300,00	780,00	468,61
		Promedio	0,75	161,17	233,96	608,29	298,47

Si los trabajadores exceden la DLE, podrían romper el balance térmico del cuerpo y alcanzar el disconfort térmico, el malestar físico, y en casos extremos, la muerte.

### 9. Índice de sobrecarga calórica

Los valores del cuadro 14 se obtuvieron por medio del *software* Spring 3.0 y este índice permite conocer el esfuerzo que debe realizar el cuerpo humano para mantener la temperatura interna en un intervalo aceptable de 36,1 °C a 37,2 °C. En este caso, el tiempo de exposición permisible (TEP) en el peor escenario es de 1,2 horas (74,64 minutos) porque las condiciones son críticas. Asimismo, las condiciones también son críticas para el trabajador tres de la línea de producción 2, pero su TEP es mayor (5,5 horas). Finalmente, se observa que el criterio es “severo” para los cuatro trabajadores restantes y que estos no tienen un TEP asociado.

**Cuadro 14.** Índice de sobrecarga calórica para los seis colaboradores evaluados

Línea de producción	Trabajador	Variables estadísticas	ISC (%)	Tiempo de exposición permisible (TEP)	Criterio
2	2	Máximo	66,47	Ilimitado	-
		Promedio	39,05	Ilimitado	<b>Severo</b>
	3	Máximo	147,39	2104,70	-
		Promedio	90,78	329,99	<b>Condiciones críticas</b>
7	4	Máximo	102,67	379,77	-
		Promedio	62,73	Ilimitado	<b>Severo</b>
	7	Máximo	159,08	976,06	-
		Promedio	106,81	74,64	<b>Condiciones críticas</b>
8	1	Máximo	79,62	Ilimitado	-
		Promedio	52,31	Ilimitado	<b>Severo</b>
	7	Máximo	100,35	1898,61	-
		Promedio	64,16	Ilimitado	<b>Severo</b>

## V. CONCLUSIONES

- La frecuencia de los movimientos que realizan los trabajadores, el grado de inclinación de la espalda al levantar cargas a diferentes alturas, el trabajo manual de embalaje y estar de pie durante toda la jornada laboral, podrían ser los factores que en cuanto a dolencias han perjudicado zonas del cuerpo de los colaboradores. Entre las partes que se han visto más afectadas están la espalda baja (83 %) y alta (72%), mano y muñeca izquierda (56 %) y mano y muñeca derecha (61 %).
- De acuerdo con la valoración de riesgos ergonómicos, se determinó que la mayoría (63,63 %) de las tareas evaluadas que deben desarrollar los trabajadores de las líneas de producción poseen un nivel de riesgo muy alto, implicando que es necesaria la actuación en esas labores inmediatamente, debido a que podrían ocasionar TME.
- Se determinó que los trabajadores de las líneas de producción podrían estar expuestos a sufrir lesiones provocadas por las tareas que tienen que realizar, ya que el límite de peso recomendado de la tarea por la ecuación de NIOSH es superado en la mayoría (90 %) de las tareas evaluadas.
- De la muestra representativa de los 6 colaboradores evaluados, se determinó que están expuestos a estrés térmico por calor durante su jornada laboral, por lo que se concluye que los otros 48 trabajadores de las líneas de producción también están bajo condiciones de exposición.
- La temperatura radiante, la temperatura seca (aire), la humedad relativa y la velocidad del aire son los cuatro factores ambientales que más influencia tienen sobre la exposición laboral por estrés térmico a calor en el área de producción de la empresa.
- Se determinó que los colaboradores se encuentran en condiciones de sobrecarga térmica debido a las tareas que realizan en el área de planta y que exceder la sudoración requerida no les permite mantener un balance térmico corporal con el ambiente.

## VI. RECOMENDACIONES

- Rediseñar los puestos de trabajo de las líneas de producción y establecer las mejoras pertinentes en el desarrollo de tareas que pueden implicar un alto riesgo a desarrollar lesiones musculoesqueléticas para que de esta manera se pueda disminuir el riesgo a presentar TME.
- Realizar un programa de pausas activas, levantamiento y manejo manual de cargas, así como capacitaciones ergonómicas para disminuir la cantidad de dolencias musculoesqueléticas y para que los trabajadores de las líneas de producción puedan identificar posturas incorrectas y modificarlas con el fin de mitigar lesiones.
- Evaluar la tasa metabólica de los trabajadores de las líneas de producción a partir de la frecuencia cardiaca para tener datos más certeros y reducir así el margen de error, debido a que este método tiene una precisión de  $\pm 10\%$ . Esto se puede realizar con el equipo Banda Polar Pro.
- Rediseñar el cielorraso del área de producción con material aislante al calor para reducir el nivel de estrés térmico por calor y mejorar así la sensación térmica del local.
- Proponer un diseño de un sistema de ventilación que permita la renovación y circulación del aire dentro del área de producción para disminuir el riesgo de los colaboradores por exposición a estrés térmico por calor.
- Implementar un programa en el área de producción de HMA Maquilas S.A. que incluya controles administrativos e ingenieriles para la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor, con el fin de prevenir TME y enfermedades relativas a la exposición a altas temperaturas.

## **VII. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

En este apartado se presenta el programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa HMA Maquilas S.A. El programa consta de nueve componentes, de los cuales el componente de las “propuestas de control” se dividen en controles ingenieriles y administrativos de ergonomía y estrés térmico por calor.

En el componente mencionado, se realizan comparaciones de diseños de acuerdo con criterios de salud y seguridad, ambientales, económicos, socioculturales y de estándares aplicables, con el fin de validar y justificar los diseños finales escogidos para la empresa, según los requerimientos previamente mencionados.

Asimismo, el programa cuenta con apartados detallados de generalidades, planificación, participación, vigilancia de la salud, plan de capacitaciones, evaluación y seguimiento, cronograma de actividades y presupuesto, basados en la norma INTE T29:2016, proponiendo así un programa que permita la disminución de las condiciones de riesgos ergonómicos y de estrés térmico por calor a los que se encuentran expuestos los colaboradores de las líneas de producción.

# Programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa HMA Maquilas S.A., ubicada en Heredia, Costa Rica

**Elaborado por:**

Fiorella Kikut Lobo

María Jesús Pereira González

## ÍNDICE GENERAL

A. Generalidades .....	6
1. Introducción.....	6
2. Definiciones.....	8
3. Objetivos .....	8
a. Objetivo general.....	8
b. Objetivos específicos .....	9
4. Metas .....	9
5. Alcances.....	13
6. Limitaciones .....	13
B. Planificación .....	13
1. Política integrada de calidad, ambiente y salud ocupacional .....	13
2. Recursos .....	14
a. Económicos .....	14
b. Tecnológicos.....	14
c. Humanos.....	14
3. Matriz de involucrados .....	15
C. Participación .....	18
1. Asignación de responsabilidades .....	18
2. Matriz RACI.....	20
D. Propuestas de control.....	25
1. Propuestas de controles ingenieriles de ergonomía.....	25
2. Propuestas de controles administrativos de ergonomía.....	55
3. Propuestas de controles ingenieriles para estrés térmico por calor .....	85
4. Propuestas de controles administrativos para estrés térmico por calor ....	120
E. Vigilancia de la salud.....	151
a. Propósito.....	151
b. Alcance .....	151
c. Metas .....	151
d. Responsabilidades.....	151
e. Evaluaciones.....	152
F. Plan de capacitación del programa .....	156
a. Propósito.....	156
b. Alcance .....	156

c. Metas .....	156
d. Responsabilidades.....	156
e. Plan de capacitaciones del programa .....	157
G. Evaluación y seguimiento.....	160
a. Propósito.....	160
b. Alcance .....	160
c. Responsabilidades.....	160
d. Metas .....	160
e. Desarrollo.....	161
H. Cronograma de actividades.....	165
I. Presupuesto del programa .....	168
J. Conclusiones .....	169
K. Recomendaciones .....	170

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción .....	7
Figura 2. Vista frontal con dimensiones de las mesas de las líneas de producción .....	30
Figura 3. Diferentes ángulos de la plataforma individual.....	31
Figura 4. Ubicación de los equipos ergonómicos.....	55
Figura 5. Diseño del monitor en cubierta .....	90
Figura 6. Dimensiones del monitor en cubierta .....	91
Figura 7. Dimensiones de las aberturas del monitor en cubierta .....	92
Figura 8. Ubicación de las rejillas de ventilación en el local de producción .....	93
Figura 9. Vista frontal de una rejilla de ventilación empotrada en pared.....	94
Figura 10. Vista frontal de la cortina colocada en un horno .....	94
Figura 11. Dimensiones de la campana de extracción.....	96
Figura 12. Vista superior de los materiales del techo del local con sus puntos cardinales.....	101
Figura 13. Ubicación de rejillas y extractores del sistema de ventilación natural	102
Figura 14. Vista frontal de una rejilla de ventilación empotrada en pared .....	102
Figura 15. Vista frontal y acercamiento del extractor empotrado en pared .....	103
Figura 16. Vista frontal de la cortina colocada en un horno .....	104
Figura 17. Dimensiones de la campana de extracción.....	105
Figura 18. Diseño del monitor en cubierta .....	110
Figura 19. Dimensiones del monitor en cubierta .....	110
Figura 20. Dimensiones de las aberturas del monitor en cubierta .....	111
Figura 21. Ubicación de las rejillas de ventilación en el local de producción .....	112
Figura 22. Vista frontal de una rejilla de ventilación empotrada en pared.....	113
Figura 23. Vista superior de los materiales del techo del local con sus puntos cardinales.....	113
Figura 24. Vista frontal de la cortina colocada en un horno .....	114
Figura 25. Dimensiones de la campana de extracción.....	115
Figura 26. Vista superior de la ubicación del dispensador de agua .....	145
Figura 27. Ecuación de NIOSH.....	154
Figura 28. Ecuación del índice de levantamiento (LI) .....	154
Figura 29. Porcentaje de cumplimiento de los componentes del programa.....	162
Figura 30. Porcentaje de cumplimiento del presupuesto para el programa .....	163

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Metas del programa en función de los objetivos específicos.....	10
Cuadro 2. Matriz de involucrados del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico.....	16
Cuadro 3. Responsabilidades de los involucrados en la implementación del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor .....	18
Cuadro 4. Matriz RACI del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor .....	21
Cuadro 5. Resumen de los controles ingenieriles de ergonomía .....	27
Cuadro 6. Características de las plataformas individuales de altura ajustable .....	31
Cuadro 7. Características de los elevadores individuales de altura ajustable.....	33
Cuadro 8. Características de las tarimas individuales de altura ajustable .....	34
Cuadro 9. Escala de criterios de comparación de la propuesta 1 .....	35
Cuadro 10. Matriz comparativa de los criterios de comparación de la propuesta 1 .....	36
Cuadro 11. Características de la mesa de elevación de tijera manual con ruedas .....	40
Cuadro 12. Características de la mesa de elevación de tijera manual con ruedas .....	41
Cuadro 13. Características de la tabla de elevación móvil hidráulica .....	43
Cuadro 14. Escala de criterios de comparación de la propuesta 2 .....	44
Cuadro 15. Matriz comparativa de los criterios de comparación de la propuesta 2 .....	45
Cuadro 16. Características de las alfombras antifatiga para zonas industriales ...	48
Cuadro 17. Especificaciones técnicas de los tapetes antifatiga Unimat.....	49
Cuadro 18. Alfombra antifatiga Basic Seats.....	51
Cuadro 19. Escala de criterios de comparación de la propuesta 3 .....	52
Cuadro 20. Matriz comparativa de los criterios de comparación de la propuesta 3 .....	53
Cuadro 21. Costos totales de los controles seleccionados de ergonomía .....	54
Cuadro 22. Características de los componentes de la alternativa 1 .....	87
Cuadro 23. Características de los componentes de la alternativa 2 .....	97
Cuadro 24. Características de los componentes de la alternativa 3 .....	106
Cuadro 25. Resumen de los componentes de las alternativas de estrés térmico por calor .....	116
Cuadro 26. Escala de criterios de comparación de las alternativas ingenieriles de estrés térmico por calor.....	117
Cuadro 27. Matriz comparativa de las alternativas ingenieriles de estrés térmico por calor .....	118
Cuadro 28. Costos totales de los controles de estrés térmico por calor .....	150

Cuadro 29. Características de tres alternativas de dispensadores de agua .....	146
Cuadro 30. Escala de criterios de comparación de las alternativas de dispensadores de agua .....	148
Cuadro 31. Matriz comparativa de las alternativas de dispensadores de agua ..	149
Cuadro 32. Planificación de las capacitaciones del programa .....	157
Cuadro 33. Plan de evaluación y seguimiento del programa .....	162
Cuadro 34. Orden prioritario de la implementación de los controles ingenieriles y administrativos del programa .....	163
Cuadro 35. Cronograma de actividades del programa.....	165
Cuadro 36. Presupuesto de las propuestas a aplicar en el programa.....	168

## **A. Generalidades**

### **1. Introducción**

HMA Maquilas S.A. cuenta con actividades comerciales que se enfocan en la distribución, exportación, reetiquetado y transformación de productos, según las necesidades de sus clientes y los requerimientos del Ministerio de Salud. Los colaboradores de las líneas de producción de planta realizan tareas como el etiquetado, desembalaje y embalaje de diversos productos, donde deben aplicar el manejo manual de cargas, generando así movimientos repetitivos, posturas forzadas y levantamiento de cargas por encima del límite recomendado. Aunado a esto, las líneas de producción que poseen hornos para dar el formado final de la mercadería aumentan la temperatura del local al utilizar temperaturas de hasta 300 °C, y al no contar con ventilación natural, los trabajadores se ven expuestos a estrés térmico por calor, por lo que existe riesgo de sufrir discomfort térmico, malestares físicos o golpes por calor.

Los resultados obtenidos en el capítulo IV titulado Análisis de la situación actual, además de reflejar los altos niveles de riesgo ergonómico, también evidencian el incumplimiento de los valores de temperatura recomendados para trabajos moderado y pesado. Por esta razón se determinó la necesidad de proponer el programa de control de la exposición a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para el personal de las líneas de producción, el cual proporciona alternativas de solución que tienen como fin mitigar los trastornos musculoesqueléticos que pueden presentar los trabajadores, así como acercarse lo máximo posible al confort térmico dentro del local de trabajo donde se encuentran las líneas de producción.

En la siguiente figura se presentan los componentes del Programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa HMA Maquilas S.A., cual incluye diversos controles ingenieriles y administrativos para ergonomía y estrés térmico por calor.

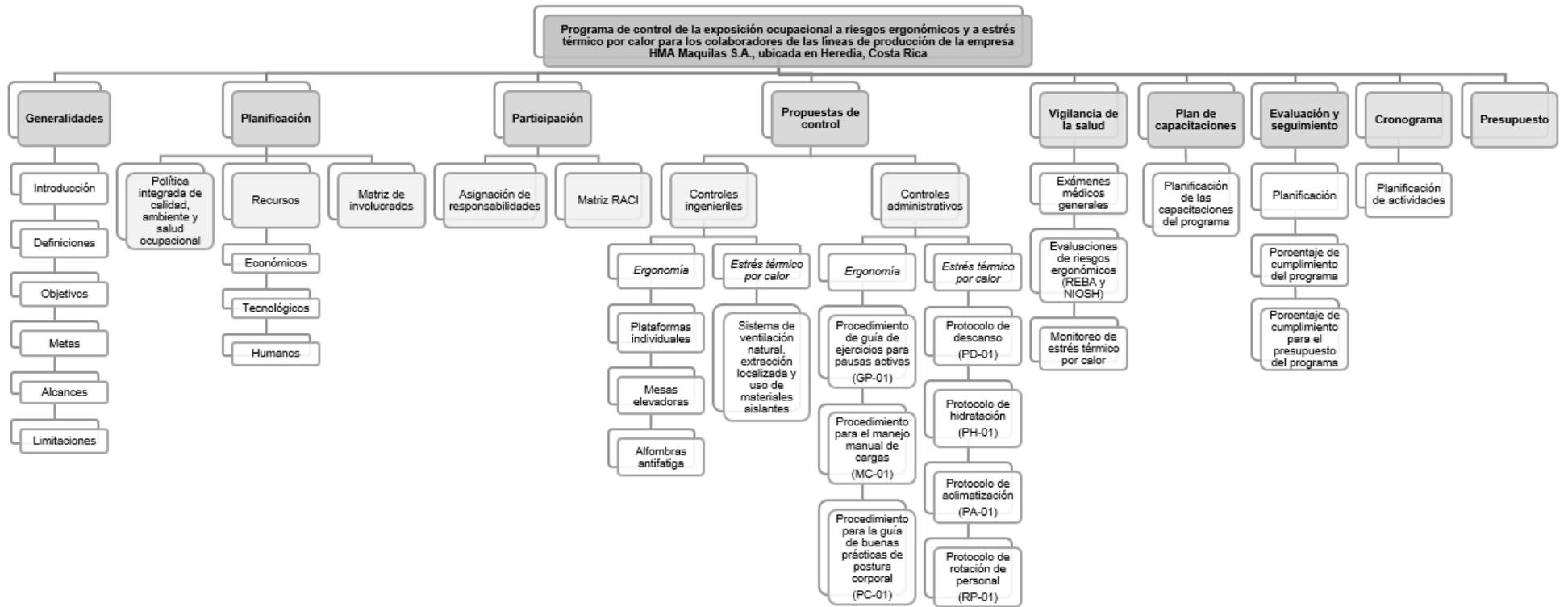


Figura 1. Componentes del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción

## 2. Definiciones

- **Higiene postural:** se refiere a la postura correcta que se debe adoptar en un ejercicio estático o dinámico. Consiste en posicionarse y moverse correctamente para que la carga en la columna vertebral y en la musculatura sea mínima. Es aplicable a personas sanas para prevenir riesgo de lesiones y en personas enfermas para disminuir su limitación y mejorar su anatomía.
- **Manipulación manual de cargas:** se entiende como cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- **Pausas activas:** son breves descansos durante la jornada laboral que sirven para recuperar energía, mejorar el desempeño de las tareas y la eficiencia en el trabajo por medio de técnicas y ejercicios que ayudan a reducir la fatiga laboral, trastornos musculoesqueléticos y prevenir estrés.
- **Estrés térmico por calor:** es la carga neta de calor a la que se encuentran expuestos los colaboradores, la cual proviene de la combinación de las condiciones ambientales, el lugar de trabajo, la actividad física que realizan los trabajadores y las características de la vestimenta que utilizan.
- **Aclimatización:** se refiere al proceso mediante el cual los seres humanos se adaptan fisiológicamente a los cambios del ambiente en el que se encuentran.

## 3. Objetivos

### a. Objetivo general

Generar un programa de control que permita la disminución de las condiciones de riesgos ergonómicos y de estrés térmico por calor a los que se encuentran expuestos los colaboradores de las líneas de producción de HMA.

b. Objetivos específicos

- Desarrollar propuestas ingenieriles y administrativas que permitan el control de las condiciones de riesgo ergonómico y de estrés térmico por calor en las líneas de producción de HMA Maquilas S.A.
- Determinar las responsabilidades de cada parte interesada para el cumplimiento del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción.
- Formular medidas de evaluación y seguimiento para el programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor.

**4. Metas**

A continuación, se presentan las metas del programa, las cuales se clasifican dentro de los objetivos específicos anteriormente planteados. Además, se especifican los recursos para cumplir con las metas y se cuenta con ecuaciones para medir los diferentes indicadores propuestos.

**Cuadro 1. Metas del programa en función de los objetivos específicos**

Objetivos específicos	Metas	Indicadores		Recursos
		Nombre del indicador	Ecuaciones	
Determinar las responsabilidades de cada parte interesada para el cumplimiento de programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción	Comunicar a los involucrados del programa sobre sus responsabilidades para marzo del año 2022	Porcentaje de involucrados comunicados sobre sus responsabilidades en el programa	$\text{Porcentaje} = \frac{\text{Cantidad de trabajadores comunicados}}{\text{Total de trabajadores que deben ser comunicados}} * 100$	Tiempo, tecnológico y humano
Desarrollar las propuestas ingenieriles y administrativas que permitan el control de las condiciones de riesgo ergonómico y de estrés térmico por calor en las líneas de	Capacitar al 100 % de las partes involucradas en el programa para marzo del año 2022	Porcentaje de trabajadores involucrados en el programa que asistieron a la capacitación	$\text{Porcentaje: } \frac{\text{Cantidad de trabajadores que asistieron}}{\text{Total de trabajadores involucrados en el programa}} * 100$	Tiempo, tecnológico y humano
	Capacitar al 100 % del personal de las líneas de producción sobre manejo manual de	Porcentaje de trabajadores de las líneas de producción que	$\text{Porcentaje: } \frac{\text{Cantidad de trabajadores que asistieron}}{\text{Total de trabajadores de las líneas de producción}} * 100$	Tiempo, tecnológico y humano

producción de HMA Maquilas S.A	cargas, posturas de trabajo correctas y pausas activas para abril del año 2022	asistieron a las capacitaciones		
	Implementar los controles ingenieriles seleccionados en ergonomía y estrés térmico por calor a partir de junio del año 2022	Cantidad de controles ingenieriles de ergonomía y estrés térmico implementados	$\text{Controles ingenieriles: } \frac{\text{Cantidad de controles ingenieriles aplicados}}{4} * 100$ <p>Donde "4" significa el total de controles ingenieriles de ergonomía y estrés térmico propuestos en el programa</p>	Tiempo, tecnológico, financiero y humano
	Implementar los controles administrativos seleccionados en ergonomía y estrés térmico por calor a partir de junio del año 2022	Cantidad de controles administrativos de ergonomía y estrés térmico implementados	$\text{Controles administrativos: } \frac{\text{Cantidad de controles administrativos aplicados}}{7} * 100$ <p>Donde "7" significa el total de controles administrativos de ergonomía y estrés térmico propuestos en el programa</p>	Tiempo, tecnológico, financiero y humano
Formular medidas de evaluación y seguimiento para el programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor	Cumplir con el 100 % de los ítems del formulario de la lista de verificación ergonómica de la OIT, secciones sobre ergonomía y calor, para septiembre del año 2022	Porcentaje de cumplimiento de los ítems del formulario de la lista de verificación de la OIT, secciones ergonomía y calor	$\text{Porcentaje de cumplimiento: } \frac{\text{Ítems que sí cumplen}}{\text{Totalidad de los ítems}} * 100$	Tiempo, tecnológico y humano

	Que los índices de estrés térmico por calor (TGBH) no superen el valor límite permisible de 26 °C para una carga de trabajo pesada a partir de septiembre del año 2022	Porcentaje de cumplimiento del valor límite del índice de TGBH para trabajo pesado	<p style="text-align: center;"><i>Cumplimiento del valor límite:</i> <math>\frac{\text{Cantidad de índices TGBH calculados} \leq 26 \text{ °C}}{\text{Cantidad total de índices TGBH calculados}} * 100</math></p>	Tiempo, tecnológico y humano
	Dar seguimiento al programa cada 6 meses a partir de septiembre del año 2022	Porcentaje de cumplimiento del programa	<p style="text-align: center;"><i>Porcentaje de cumplimiento del programa:</i> <math>\frac{\text{Ítems que sí cumplen}}{\text{Totalidad de los ítems}} * 100</math></p>	Tiempo, tecnológico y humano

## 5. Alcances

El programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor tiene como finalidad brindar soluciones a los riesgos que se identificaron y evaluaron previamente en la empresa, con el fin de reducir las probabilidades de sufrir lesiones o enfermedades profesionales relacionadas a estos riesgos.

## 6. Limitaciones

El programa está enfocado únicamente en la prevención de riesgos ergonómicos y por exposición a calor en los trabajadores de las líneas de producción presentes en el momento de estudio. En caso de que se incorporen nuevas líneas de producción, o se redistribuyan las ya existentes, así como otras posibles variaciones, se deberá realizar el análisis de las nuevas condiciones de trabajo para plantear un nuevo programa o adaptar el actual.

### B. Planificación

#### 1. Política integrada de calidad, ambiente y salud ocupacional

La empresa HMA Maquilas S.A., cuenta con la siguiente política integrada de calidad, ambiente y salud ocupacional:

“Mejora de las condiciones de trabajo, a partir de la participación activa de todos los colaboradores en la gestión de los riesgos, la protección del ambiente e infraestructura de la organización y el cumplimiento de la legislación nacional relacionada con la actividad. Integración de la calidad, ambiente y seguridad en el trabajo, como aspectos inseparables y necesarios para el mejoramiento continuo de la organización”. (HMA Maquilas S.A., 2021).

Dicha política, además, establece el cumplimiento obligatorio de las normas de seguridad por parte de todo el personal, contratistas y proveedores, así como procedimientos para casos de emergencia. Esta política fue desarrollada y publicada en el año 2012 por el encargado de Salud Ocupacional de la empresa,

quien trabaja para ésta por medio de *outsourcing*, sin embargo, la política se actualiza y renueva cada año.

## **2. Recursos**

A continuación, se definen los recursos necesarios para que la empresa logre implementar el programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción.

### **a. Económicos**

Implica los costos económicos asociados con la implementación de los controles administrativos e ingenieriles para mejorar las condiciones de riesgos ergonómicos y de estrés térmico por calor en la empresa. También considera gastos de materiales, mano de obra, mantenimiento de equipos, capacitaciones de personal, mejoras que se deban implementar (de ser el caso) en el programa según lo considere el encargado de Salud Ocupacional, entre otros.

### **b. Tecnológicos**

Hace referencia a los equipos necesarios para realizar mediciones de evaluación en el área donde se encuentran las líneas de producción. Cabe destacar que el encargado de Salud Ocupacional de la empresa GACSO S.A., que labora como *outsourcing* en HMA Maquilas S.A., cuenta con los equipos para efectuar las mediciones ergonómicas y de estrés térmico por calor.

### **c. Humanos**

Se refiere a los colaboradores de la empresa, tanto personal operativo como administrativo, así como personas externas (contratistas y proveedores) y al tiempo de trabajo que deben invertir en la implementación del Programa de control de riesgos ergonómicos y por exposición a calor, para la correcta ejecución de éste.

### **3. Matriz de involucrados**

En el cuadro 2 se describe la matriz de involucrados internos y externos del programa de control de riesgos ergonómicos y por exposición a calor, en el cual se indica el código, la clasificación, la actividad, el nivel de influencia e interés y sus responsabilidades en relación con el mismo.

**Cuadro 2.** Matriz de involucrados del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico

Involucrados	Códigos	Clasificación	Actividades	Nivel de influencia	Nivel de interés	Responsabilidades
Fiorella Kikut	FK	Externa	Elaboración del programa	Bajo	Alto	Proporcionar un programa factible de control que pueda mitigar los riesgos en estudio
María Jesús Pereira	MJP	Externa	Elaboración del programa	Bajo	Alto	Proporcionar un programa factible de control que pueda mitigar los riesgos en estudio
Gerente General	GG	Interno	Aprobación del programa	Alto	Alto	Brindar atención y mantenerse informado
Departamento de Recursos Humanos	DRH	Interno	Participación en el programa	Alto	Medio	Brindar atención y mantenerse informado
Encargado de Mantenimiento	EM	Interno	Participación en el programa	Alto	Alto	Colaborar y mantenerse informado
Encargado de Salud Ocupacional	ESO	Externo	Aprobación, implementación, ejecución y seguimiento del programa	Alto	Alto	Asegurar la ejecución, el cumplimiento del programa y proporcionar mejoras (de ser el caso) a este
Departamento de Planeación	DP	Interno	Participación en el programa	Medio	Bajo	Mantenerse informado
Departamento de Inventarios	DI	Interno	Participación en el programa	Alto	Medio	Mantenerse informado
Encargado de Producción	EP	Interno	Participación en el programa	Bajo	Medio	Mantenerse informado

Departamento de Calidad	DC	Interno	Participación en el programa	Medio	Bajo	Mantenerse informado
Departamento de Finanzas	DF	Interno	Aprobación y participación en el programa	Alto	Medio	Aprobar el presupuesto, mantenerse informado y brindar reportes
Supervisoras de las líneas de producción	SL	Interno	Participación en el programa	Alto	Medio	Seguir las indicaciones correspondientes al programa
Encargados de las líneas de producción	EL	Interno	Participación en el programa	Alto	Alto	Seguir las indicaciones correspondientes al programa
Trabajadores de las líneas de producción	TL	Interno	Participación en el programa	Alto	Alto	Seguir las indicaciones correspondientes al programa
Nuevos colaboradores de las líneas de producción	NC	Interno	Participación en el programa	Alto	Alto	Seguir las indicaciones correspondientes al programa

## C. Participación

### 1. Asignación de responsabilidades

En el siguiente cuadro se establecen las responsabilidades que cada involucrado del programa debe cumplir.

**Cuadro 3.** Responsabilidades de los involucrados en la implementación del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor

Involucrados	Responsabilidades
Fiorella Kikut	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar el programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor.</li><li>• Mantenerse informada sobre los cambios y mejoras aplicados al programa por parte del encargado de Salud Ocupacional.</li><li>• Estar disponible para consultas sobre el programa.</li></ul>
María Jesús Pereira	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar el programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor.</li><li>• Mantenerse informada sobre los cambios y mejoras aplicados al programa por parte del encargado de Salud Ocupacional.</li><li>• Estar disponible para consultas sobre el programa.</li></ul>
Gerente General	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprobar el programa.</li><li>• Aprobar los recursos económicos, tecnológicos y humanos.</li><li>• Supervisar el progreso de la implementación del programa y solicitar informes para mantenerse informado sobre los avances y la ejecución de este.</li></ul>
Departamento de Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comunicar el programa a todas las partes involucradas y al personal de las líneas de producción de la empresa.</li><li>• Generar los permisos necesarios para que todo el personal de las líneas de producción pueda asistir a las capacitaciones, de las cuales llevarán un registro.</li><li>• Asignar los recursos humanos necesarios para el funcionamiento eficiente del plan.</li></ul>
Encargado de Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Coordinar y realizar labores de mantenimiento preventivas y correctivas con la frecuencia que cada equipo y sistema demande.</li></ul>
Encargado de Salud Ocupacional	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprobar el programa en conjunto con el Gerente General y ponerlo en ejecución mediante los controles administrativos e ingenieriles y los procedimientos creados específicamente para reducir las condiciones de riesgos ergonómicos y de estrés térmico por calor, mejorando la calidad del ambiente laboral, el bienestar y la eficiencia productiva de los trabajadores.</li><li>• Supervisar que el programa se esté desarrollando correctamente y que cumpla con las leyes y normativas nacionales aplicables al estudio.</li><li>• Realizar las capacitaciones que se incluyen en este plan.</li><li>• Brindar seguimiento al programa, implementando las correcciones y mejoras (de ser el caso) necesarias al mismo.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo lo que realice, debe ser comunicado sin falta al Gerente General y a los funcionarios de la empresa HMA Maquilas S.A cuando sea pertinente.</li> </ul>
Departamento de Planeación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificar el requerimiento y la solicitud de los materiales necesarios para llevar a cabo los controles ingenieriles del programa dentro de la empresa.</li> <li>• Comunicar y trabajar en conjunto con el Departamento de Inventarios, el Departamento de Calidad y el Departamento de Finanzas.</li> </ul>
Departamento de Inventarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar al Departamento de Planeación si necesitan más materiales al momento de desarrollar los controles ingenieriles.</li> <li>• Solicitar materiales en caso de reparación.</li> <li>• Las supervisoras de las líneas de producción deben implementar y supervisar de los procedimientos de manejo manual de cargas, buenas prácticas de postura, realización de pausas activas y seguimiento de los procedimientos de descanso, hidratación, aclimatización y rotación de personal.</li> </ul>
Encargado de Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener conocimiento del programa y mantenerse informado sobre la implementación de procedimientos y lineamientos a seguir, en caso de que sus funciones intervengan de alguna manera con el programa.</li> <li>• Brindar ayuda en su área en caso de ser necesario.</li> </ul>
Departamento de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corroborar que los procedimientos y los controles administrativos e ingenieriles implementados influyen positivamente en las actividades de los colaboradores de las líneas de producción.</li> </ul>
Departamento de Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprobar el presupuesto para el programa en conjunto con el Gerente General.</li> <li>• Mantenerse informado sobre lo que realizan los Departamentos de Planeación y Calidad en cuestión de compras específicas para dicho programa.</li> <li>• Brindar a la Gerencia General los reportes de todos los gastos que se van realizando.</li> </ul>
Supervisoras de las líneas de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir las indicaciones correspondientes sobre los procedimientos asignados.</li> <li>• Guiar las partes del programa asignadas para que los trabajadores puedan seguir las indicaciones correspondientes.</li> </ul>
Encargados de las líneas de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir las indicaciones correspondientes sobre los procedimientos asignados.</li> </ul>
Trabajadores de las líneas de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir las indicaciones correspondientes sobre los procedimientos asignados.</li> </ul>
Nuevos colaboradores de las líneas de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir las indicaciones correspondientes sobre el procedimiento asignado.</li> </ul>

## **2. Matriz RACI**

Se procedió a realizar la matriz de asignación de responsabilidades (RACI), donde se aprecia la lista de actividades por cada componente que posee el programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa HMA Maquilas S.A. En el cuadro 4, se pueden observar las actividades asociadas a cada parte involucrada y sus roles correspondientes.

**Cuadro 4. Matriz RACI del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor**

Actividades	Códigos de los involucrados														
	FK	MJP	GG	DRH	EM	ESO	DP	DI	EP	DC	DF	SL	EL	TL	NC
<b>Generalidades</b>															
Elaborar el programa	A	A	C	I	I	R	I	I	I	I	C	I	I	I	-
Confeccionar la introducción	A	A	I	I	I	I	I	I	I	I	I	-	-	-	-
Definir objetivos	A	A	C	I	I	R	I	I	I	I	I	-	-	-	-
Establecer metas	A	A	C	I	I	R	I	I	I	I	I	-	-	-	-
Definir alcances y limitaciones	A	A	C	I	I	R	I	I	I	I	C	-	-	-	-
<b>Planificación</b>															
Comunicar la política integrada de calidad, ambiente y salud ocupacional, la cual fue desarrollada por el encargado de Salud Ocupacional	I	I	I	I	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	I
Asignar recursos económicos	I	I	R	-	C	C	C	C	-	C	A	-	-	-	-
Asignar recursos tecnológicos	I	I	I	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asignar recursos humanos	I	I	C	A	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Confeccionar la matriz de involucrados	A	A	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>Participación</b>															

Asignar responsabilidades	A	A	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Confeccionar la matriz RACI	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comunicar responsabilidades	I	I	I	I	I	A	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>Implementación</b>															
Implementar los controles ingenieriles ergonómicos y para estrés térmico por calor	C	C	C	I	C	A	C	I	I	I	C	I	I	I	I
Implementar los controles administrativos ergonómicos y para estrés térmico por calor	C	C	C	I	C	A	C	I	I	I	C	I	I	I	I
<b>Vigilancia de la salud</b>															
Indicar la evaluación médica para los trabajadores de las líneas de producción	I	I	C	C	I	R	I	I	I	I	C	I	I	I	I
Realizar la evaluación de vigilancia del método REBA	I	I	I	I	I	A	I	I	I	I	I	-	-	-	-
Realizar la evaluación de vigilancia del método de la ecuación de NIOSH	I	I	I	I	I	A	I	I	I	I	I	-	-	-	-
Realizar el monitoreo de estrés térmico por calor	I	I	I	I	I	A	I	I	I	I	I	-	-	-	-
<b>Plan de capacitaciones</b>															
Capacitar al personal administrativo involucrado en los temas planteados en el programa	C	C	I	I	I	A	I	I	I	I	I	-	-	-	-

Capacitar a los colaboradores de las líneas de producción	C	C	-	I	-	A	-	-	-	-	-	I	I	I	-
<b>Evaluación y seguimiento</b>															
Realizar la evaluación y seguimiento del programa	C	C	C	I	I	A	I	I	I	I	I	-	-	-	-
Proponer oportunidades de mejora al programa	C	C	C	I	I	A	I	I	I	I	I	-	-	-	-
Aplicar las oportunidades de mejora al programa (de ser el caso)	I	I	I	I	I	A	I	I	I	I	I	-	-	-	-
<b>Cronograma</b>															
Definir las actividades y sus fechas de ejecución	A	A	C	I	I	R	I	I	I	I	C	-	-	-	-
<b>Presupuesto</b>															
Determinar y aprobar los costos asociados al programa	R	R	C	I	I	C	I	I	I	I	A	-	-	-	-
<b>Abreviatura de los roles:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- R: Responsable (Comprometido)</li> <li>- A: Accountable (Responsable)</li> <li>- C: Consulted (Consultado)</li> <li>- I: Informed (Informado)</li> </ul>								<b>Siglas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- FK: Fiorella Kikut</li> <li>- MJP: María Jesús Pereira</li> <li>- GG: Gerente General</li> <li>- DHR: Departamento Recursos Humanos</li> <li>- EM: Encargado Mantenimiento</li> <li>- ESO: Encargado Salud Ocupacional</li> <li>- DP: Departamento de Planeación</li> <li>- DI: Departamento de Inventarios</li> </ul>							

- |  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>- EP: Encargado de Producción</li><li>- DC: Departamento de Calidad</li><li>- DF: Departamento de Finanzas</li><li>- SL: Supervisoras de las líneas de producción</li><li>- EL: Encargados de las líneas de producción</li><li>- TL: Trabajadores de las líneas de producción</li><li>- NC: Nuevos colaboradores de las líneas de producción</li></ul> |
|--|--|

## **D. Propuestas de control**

En este apartado se presentan las propuestas de los controles ingenieriles y administrativos de ergonomía y estrés térmico por calor, respectivamente.

### **1. Propuestas de controles ingenieriles de ergonomía**

Para las propuestas de controles ingenieriles de ergonomía, la norma INTE/ISO 6385:2016 establece los principios ergonómicos básicos que van a orientar el diseño de los sistemas de trabajo. De esta manera, se consideraron las siguientes pautas: interacción entre los trabajadores y el puesto de trabajo, aplicación del enfoque centrado en el ser humano para la confección de diseños, reconocimiento de factores sociales, culturales y antropométricos que pueden influir en los diseños, esfuerzo muscular, movimientos corporales y que los diseños eviten la tensión excesiva o innecesaria de músculos, articulaciones y ligamentos.

#### *a. Propósito*

Prevenir la aparición de dolencias, molestias y trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores que desarrollan sus tareas en las líneas de producción.

#### *b. Alcance*

Generar propuestas de control ingenieril que permitan la prevención de dolencias y trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores de las líneas de producción afectados por dolor o molestias en las diferentes zonas del cuerpo.

#### *c. Metas*

- Lograr que el porcentaje de trabajadores que sienten molestias o dolencias en las diferentes zonas del cuerpo disminuya en un 10 % en cuanto a la frecuencia, intensidad e interferencia, respectivamente, para abril del año 2023.
- Que los niveles de riesgo de las 22 tareas evaluadas disminuyan de alto y muy alto, a niveles medio y bajos para abril del año 2023.

- Que las medidas ingenieriles permitan reducir los índices de levantamiento de las 10 tareas de manipulación de cargas evaluadas a valores menores o iguales a 1 para abril del año 2023.

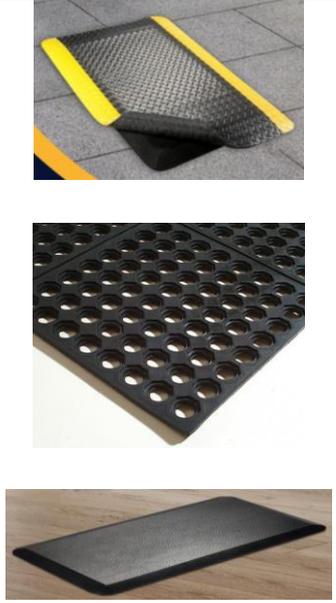
d. Responsabilidades

- Gerente General:
  - Aprobar la implementación y presupuesto de los controles elegidos.
  - Mantenerse informado sobre los cambios y mejoras que el encargado de Salud Ocupacional decida implementar en el programa.
- Encargado de Salud Ocupacional:
  - Aplicar el control ingenieril escogido.
  - Comunicar al encargado de mantenimiento cualquier cambio y mejora que decida implementar en los sistemas.
  - Reportar los cambios y mejoras (de ser el caso) con el Gerente General.
- Encargado de Mantenimiento:
  - Proveer mantenimiento al control ingenieril seleccionado una vez que éste haya sido implementado.
  - Seguir las instrucciones del encargado de Salud Ocupacional.
  - Reportar los cambios implementados (de ser el caso) al encargado de Salud Ocupacional.
- Departamento de inventarios:
  - Incorporar dentro de los inventarios existentes los controles elegidos.
  - Mantenerse informado sobre los controles a aplicar en la empresa.
- Departamento de Finanzas:
  - Aprobar el presupuesto en conjunto con el Gerente General.
  - Presentar las facturas de las compras realizadas al Gerente General para la implementación del sistema.

A continuación, se presentan tres propuestas de controles ingenieriles de ergonomía, cada una con sus tres alternativas distintas. Estas se pueden observar en el siguiente cuadro resumen.

**Cuadro 5. Resumen de los controles ingenieriles de ergonomía**

Nombre de la propuesta	Nombre de las alternativas	Imagen de referencia
<p>1. Plataformas individuales para los trabajadores de las líneas de producción.</p>	<p>a. Plataformas individuales de altura ajustable incorporadas a las líneas de producción.</p> <p>b. Elevadores individuales de altura ajustable.</p> <p>c. Tarimas individuales de altura ajustable.</p>	
<p>2. Mesa elevadora para la manipulación de cargas de los trabajadores de las líneas de producción.</p>	<p>a. Mesa de elevación de tijera manual móvil.</p> <p>b. Carretilla elevadora con mesa de tijera.</p> <p>c. Tabla de elevación móvil hidráulica.</p>	

<p>3. Alfombras antifatiga para el personal de las líneas de producción.</p>	<p>a. Alfombras antifatiga Kleen Comfort para zonas industriales.</p> <p>b. Tapetes antifatiga Unimat.</p> <p>c. Alfombra antifatiga Basic Seats.</p>	
--	---	---

### 1.1. Propuesta 1: Plataformas individuales para los trabajadores de las líneas de producción

Los trabajadores realizan sus tareas en las mesas de las líneas de producción, las cuales no son ajustables y todas tienen la altura de 88,5 cm, esto ha influido en que los trabajadores adopten posturas inadecuadas dependiendo de su estatura, ya que hay personas bajas que necesitan una estructura que les permita colocarse a una altura adecuada para poder realizar sus tareas con una mayor facilidad. Según establece la UNE-EN 527-1. Mobiliario de oficina. Mesas de trabajo. Parte 1: Dimensiones, es recomendable que el área de trabajo se encuentre a la altura del codo.

Actualmente, las líneas de producción 2 y 6 cuentan con tres tarimas, la línea 7 cuenta con una y la línea 9 con dos (para un total de nueve tarimas). Estas son de madera, material que puede dañarse fácilmente debido a las fugas de bebidas en la planta de producción y que no están diseñadas para su función actual.

Por esta razón, para cada alternativa propuesta, inicialmente se pretende colocar tres plataformas en las líneas de producción 2, 6, 7 y 9, para un total de 12 plataformas. Es importante mencionar que no se considera adquirir siete plataformas para las nueve líneas de producción porque no todos los trabajadores

necesariamente requieren utilizar esta herramienta, aspecto que contribuyó a la decisión de la cantidad de plataformas individuales indicadas y a la distribución en las líneas de producción propuestas, además que ayuda con la optimización de costos. Sin embargo, lo ideal sería que se vayan incorporando más cantidad de plataformas de manera paulatina, para que al menos todas las líneas cuenten con tres plataformas, o más, si el encargado de Salud Ocupacional lo considera necesario.

Los trabajadores deben ajustar la altura de la plataforma, dependiendo de su estatura, para que sus codos queden a la altura de la superficie de trabajo. Además, las plataformas necesitan soportar como mínimo un peso máximo de 128 kg, para que todos los trabajadores puedan utilizarlas.

### **1.1.1. Alternativa 1: Plataformas individuales de altura ajustable incorporadas a las líneas de producción**

#### *1.1.1.1. Diseño*

Por lo anteriormente explicado, la presente alternativa consiste en implementar plataformas individuales con altura ajustable desde el nivel del piso (4 cm, 8 cm, 12 cm o 16 cm), con el fin de que los trabajadores de menor estatura puedan utilizarlos para adoptar una mejor postura a la hora de desarrollar sus tareas. La plataforma individual va a estar incorporada a un tubo que está en la parte inferior de las actuales mesas de producción y va a contar con un resorte que va a permitir que las tarimas queden guardadas por debajo de la mesa cuando no se están utilizando, para evitar obstáculos en el área de trabajo. Además, la altura se va a ajustar por medio de unos pines que posee la tarima y el borde de la superficie va a contar con un protector de hule para evitar que los costados ocasionen algún accidente.

En la figura 2, se muestra la vista frontal de las mesas de las líneas de producción a las que van a ir incorporadas las plataformas, con las dimensiones importantes a considerar. Como se mencionó, la idea consiste en colocar tres

plataformas en las líneas de producción indicadas; se pretende instalar dos plataformas de un lado de la mesa y una del otro lado.

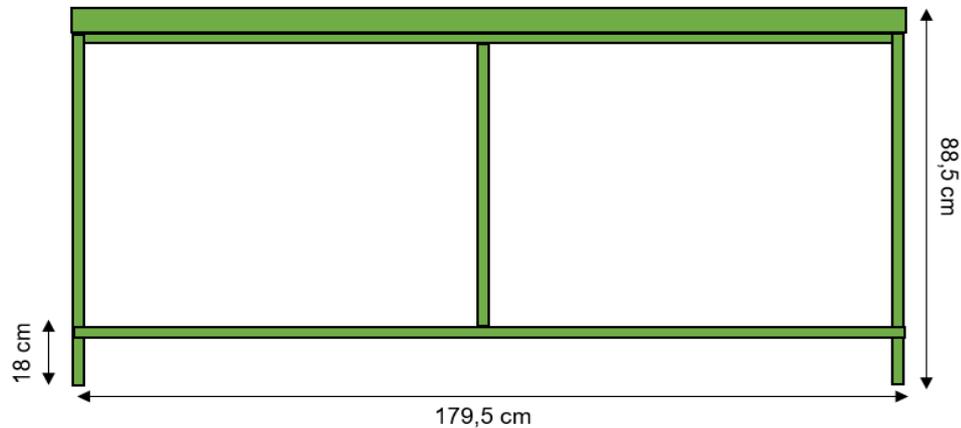
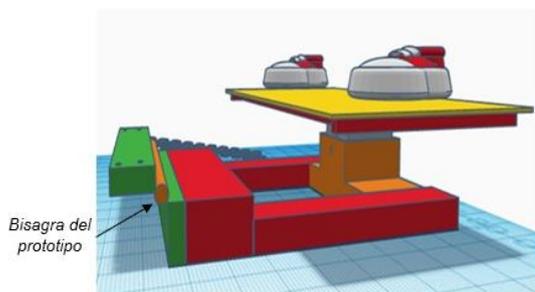
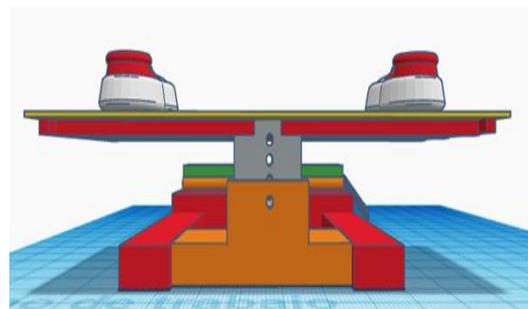


Figura 2. Vista frontal con dimensiones de las mesas de las líneas de producción

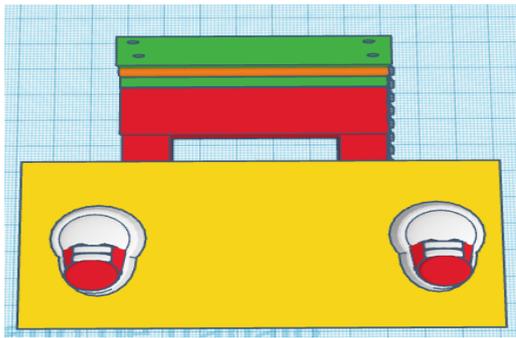
Las plataformas cuentan con una bisagra que se va a atornillar al tubo que se encuentra en medio de las patas de la mesa, el cual está a una distancia de 18 cm del piso y con el sistema de resorte que posee, cuando la plataforma no tenga ningún peso encima, la tensión del resorte provocará que la plataforma se cierre y quede incorporada dentro de la mesa, para no obstaculizar el área de trabajo de los colaboradores. Además, las diferentes alturas de la plataforma se pueden controlar introduciendo un pin en el agujero al nivel que el trabajador desee, dependiendo de su estatura. La superficie sobre la que se ponen de pie los trabajadores va a contar con un marco de refuerzo bajo ella, para que de esta manera sea un área estable que pueda soportar el peso del trabajador. En la siguiente figura se pueden observar los diferentes ángulos del prototipo.



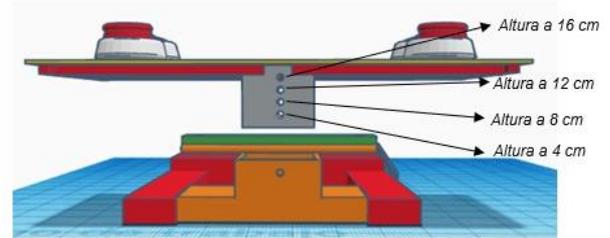
(A) Vista de la bisagra del prototipo



(B) Vista posterior del prototipo



(C) Vista superior del prototipo



(D) Vista de las diferentes alturas de accionamiento del prototipo

Figura 3. Diferentes ángulos de la plataforma individual

Es importante mencionar que el material principal es hierro, el cual tiene una vida útil alta en comparación con los materiales de las alternativas 2 y 3.

#### 1.1.1.2. Características del diseño

En el cuadro 6, se indican las características de la alternativa 1 de la propuesta 1.

**Cuadro 6.** Características de las plataformas individuales de altura ajustable

Características	Descripción
Ilustración de la plataforma individual	
Proveedor/Marca	Fabricante independiente
Dimensiones de la plataforma	58 cm (largo) x 48 cm (ancho) x 0,16 cm (alto)
Capacidad máxima de peso	250 kg
Materiales	Tubo cuadrado de hierro, lámina de hierro (calibre 1,20 mm), bisagra de metal, resorte, tornillos y protector de borde de hule

Alturas ajustables de la plataforma	4 cm, 8 cm, 12 cm y 16 cm	
Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante dos veces a la semana	
Cantidad por adquirir	12	
Costo con IVA (₡)	Producción por unidad	60 685
	Instalación total	20 000
	Costo total de las 12 unidades	748 220

### 1.1.2. Alternativa 2: Elevadores individuales de altura ajustable

#### 1.1.2.1. Diseño

Manteniéndose en la misma línea de la alternativa anterior, ésta consiste en adquirir elevadores individuales que cuenten con una altura ajustable, para que los trabajadores que lo requieran puedan adoptar posturas más cómodas al realizar sus tareas. Los niveles a los que se puede ajustar desde el nivel del piso son a 10 cm, 15 cm y 20 cm.

En el momento en que se terminen de usar los elevadores individuales, los trabajadores deben colocarlos debajo de su mesa de producción. El elevador está conformado por tres soportes, los cuales se quitan y se ponen para controlar las alturas deseadas; estos soportes se guardan en el área de bodega de la empresa y los colaboradores pueden solicitarlos cuando los necesiten. Es importante mencionar que los elevadores poseen plataforma de superficie antideslizante.

Cabe destacar que el PVC del que están hechos, tiene una vida útil baja en comparación con los materiales de las alternativas 1 y 3.

#### 1.1.2.2. Características del diseño

En el cuadro 7, se indican las características de la alternativa 2 de la propuesta 1.

**Cuadro 7. Características de los elevadores individuales de altura ajustable**

Características	Descripción	
Ilustración del elevador individual		
Proveedor/Marca	LiveUp LS3168B	
Dimensiones del elevador	78 cm (largo) x 30 cm (ancho)	
Capacidad máxima de peso	250 kg	
Materiales	PVC	
Alturas ajustables del elevador	10 cm, 15 cm y 20 cm	
Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante dos veces a la semana	
Cantidad por adquirir	12	
Costo con IVA (₡)	Producción por unidad	28 800
	Costo total de las 12 unidades	345 600

Fuente: MMA Equipamientos, 2021

### 1.1.3. Alternativa 3: Tarimas individuales de altura ajustable

#### 1.1.3.1. Diseño

Esta alternativa consiste en implementar tarimas de aluminio individuales que son de altura ajustable, para que los trabajadores que los requieran los puedan utilizar en sus labores. Esta opción posee el método ajustable por medio de pines que permiten alcanzar alturas desde el nivel del piso de 9,67 cm, 20,32 cm, 21,60 cm o 22,87 cm. En el momento en que terminen de usar estas tarimas, los trabajadores deben colocarlas debajo de su mesa de producción. Es importante mencionar que los pies de la tarima son de goma antideslizante.

Cabe destacar que el aluminio de estas tarimas tiene una vida útil media en comparación con los materiales de las alternativas 1 y 2.

### 1.1.3.2. Características del diseño

En el cuadro 8, se indican las características técnicas de la alternativa 3, de la propuesta 1.

**Cuadro 8.** Características de las tarimas individuales de altura ajustable

Características	Descripción	
Ilustración de la tarima individual		
Proveedor/Marca	RecPro	
Dimensiones de la tarima individual	48,26 cm (largo) x 36,83 cm (ancho)	
Capacidad máxima de peso	454 kg	
Materiales	Aluminio	
Alturas ajustables de la tarima individual	19,67 cm, 20,32 cm, 21,60 cm y 22,87 cm	
Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante dos veces a la semana	
Cantidad por adquirir	12	
Costo con IVA (€)	Producción por unidad	71 900
	Costo total de las 12 unidades	862 800

Fuente: Amazon, 2021

## 1.2. Criterios de comparación

El siguiente cuadro indica la escala de los criterios de comparación para la propuesta 1, donde se valoran diversos parámetros para encontrar la mejor alternativa dentro de la propuesta. Además, dicha escala funciona con puntuación, donde el “1” es el menor puntaje y el “3” es el mayor puntaje asociado que se puede brindar.

**Cuadro 9.** Escala de criterios de comparación de la propuesta 1

Puntuación	Escala de criterios de comparación				
	Salud y seguridad	Económico	Sociocultural	Ambiental	Estándares aplicables
1	Se adaptan levemente a la estatura del trabajador y obstruyen el paso	Posee el costo más elevado de las alternativas	El peso máximo que soportan es de capacidad baja ( $\leq 70$ kg)	En comparación con las alternativas, posee la vida útil más baja de los materiales	La propuesta incumple con las recomendaciones sobre la altura de las superficies de trabajo, según la UNE-EN 527-1:2011. Mobiliario de oficina. Mesas de trabajo y escritorios. Parte 1: Dimensiones
2	Se adaptan medianamente a la estatura del trabajador y obstruyen parcialmente el paso	Posee el costo intermedio de las alternativas	El peso máximo que soportan es de capacidad media (71 -150 kg)	En comparación con las alternativas, posee la vida útil media de los materiales	La propuesta cumple parcialmente con las recomendaciones sobre la altura de las superficies de trabajo, según la UNE-EN 527-1:2011. Mobiliario de oficina. Mesas de trabajo y escritorios. Parte 1: Dimensiones
3	Se adaptan correctamente a la estatura del trabajador y no obstruyen el paso	Posee el costo más bajo de las alternativas	El peso máximo que soportan es de capacidad alta ( $> 150$ kg)	En comparación con las alternativas, posee la vida útil más alta de los materiales	La propuesta cumple con las recomendaciones sobre la altura de las superficies de trabajo, según la UNE-EN 527-1:2011. Mobiliario de oficina. Mesas de trabajo y escritorios. Parte 1: Dimensiones

El cuadro 10 compara las tres alternativas de diseño de la propuesta 1 relacionada con las plataformas individuales para los trabajadores de las líneas de producción, aplicando la escala de criterios anterior.

**Cuadro 10.** Matriz comparativa de los criterios de comparación de la propuesta 1

Propuestas de control de las plataformas individuales	Criterios de comparación					
	Salud y seguridad	Económico	Sociocultural	Ambiental	Estándares aplicables	Puntuación total
<p>Alternativa 1: Plataformas individuales de altura ajustable incorporadas a las líneas de producción</p>	<p>Puntos: 3 Se ajusta a las necesidades actuales de la población muestreada debido a que se adapta en cuatro niveles distintos de menor distancia entre ellos, acoplándose mejor a cada individuo y no obstaculizan el paso al estar incorporadas en las mesas porque se pliegan debajo de esta cuando los trabajadores no están sobre la misma</p>	<p>Puntos: 2 El costo total es intermedio (₡ 784 220)</p>	<p>Puntos: 3 El peso máximo que soportan es de capacidad alta</p>	<p>Puntos: 3 La vida útil de los materiales es alta</p>	<p>Puntos: 2 La propuesta cumple parcialmente con la normativa porque no contempla a personas de muy baja estatura (1,30 m o menos)</p>	13
<p>Alternativa 2: Elevadores individuales de altura ajustable</p>	<p>Puntos: 2 Se ajusta parcialmente a las necesidades de la población muestreada debido a que la adaptación mínima es de 10 cm y hay trabajadores que necesitan menos altura. Además,</p>	<p>Puntos: 3 El costo total es bajo (₡ 345 600)</p>	<p>Puntos: 3 El peso máximo que soportan es de capacidad alta</p>	<p>Puntos: 1 La vida útil de los materiales es baja</p>	<p>Puntos: 2 La propuesta cumple parcialmente con la normativa porque 10 cm como ajuste mínimo puede ser excesivo para</p>	11

	obstaculizan de manera parcial el paso porque no tiene un mecanismo automático de guardado				algunos trabajadores	
Alternativa 3: Tarimas individuales de altura ajustable	Puntos: 1 Se ajusta levemente a las necesidades de la población muestreada debido a que la adaptación mínima es de 20 cm y hay trabajadores que necesitan menos altura. Además, obstaculizan de manera parcial el paso porque no tiene un mecanismo automático de guardado	Puntos: 2 El costo total es elevado (₡ 862 800)	Puntos: 3 El peso máximo que soportan es de capacidad alta	Puntos: 2 La vida útil de los materiales es intermedia	Puntos: 2 La propuesta cumple parcialmente con la normativa porque 20 cm como ajuste mínimo puede ser excesivo para algunos trabajadores	10

La propuesta de las plataformas individuales para los trabajadores de las líneas de producción que resulta más factible de desarrollar es la alternativa 1, debido a que obtuvo 13 puntos. Como conclusión, la alternativa “plataformas individuales de altura ajustable incorporadas a las líneas de producción”, se valida y justifica como diseño final de acuerdo con los requerimientos y otros aspectos de salud, seguridad, ambientales, económicos, culturales, sociales y de estándares aplicables. La incorporación de las plataformas reduciría a un nivel de riesgo “medio” o “bajo” las posturas forzadas e incómodas de los colaboradores debido a que estarían trabajando con alturas acordes. Además, se espera que ninguna tarea presente riesgo “muy alto”.

### **1.3. Propuesta 2: Mesa elevadora para la manipulación de cargas de los trabajadores de las líneas de producción**

Los colaboradores de las líneas de producción de la planta realizan en gran magnitud tareas de manipulación (levantamiento y transporte) de cargas, sobre todo *packs* de bebidas, por lo que se ven obligados a realizar sobreesfuerzos constantemente al estar trabajando con estos productos. Los trabajadores deben levantar los *packs*, desplazarlos o acomodarlos, y es importante mencionar que en la mayoría de las ocasiones se requiere un control para poner la carga en el destino, ya sea porque debe ser depositada con exactitud, al tener que colocarlas en un orden o altura en específico (deben subir o bajar las cargas cuando éstas se pasan de la mesa de la línea de producción a las tarimas) o se debe mantener la carga suspendida durante un tiempo antes de colocarla, mientras se desplazan de las mesas a las tarimas, presentando molestias en el tronco superior del cuerpo.

Por este motivo, se propone adquirir una cantidad de 2 mesas elevadoras para las líneas de producción 7 y 8, las cuales son en las que regularmente se trabaja con la generación de *packs*, que puedan elevar, transportar y descender cargas, para evitar que los trabajadores deban realizar este tipo de tareas cuando deben pasar los productos de las mesas de las líneas de producción a las tarimas. Es importante mencionar que cuando las tarimas se encuentran sin mercadería, tienen una altura desde el nivel del piso terminado de 14 cm, y la altura máxima que alcanzan las tarimas completas de productos es de 150 cm, por lo que es evidente que los trabajadores deben realizar esfuerzos de ascenso y descenso de cargas desde varias alturas.

Debido a que las mesas de las líneas de producción miden 88,5 cm, la propuesta implica que se coloque la mesa elevadora a la misma altura que la mesa de producción para poder desplazar la carga de una mesa a otra, y después acomodar el nivel de altura de la mesa elevadora a la que se necesite dependiendo de cómo se va llenando la mercadería. No todas las alternativas alcanzan la altura máxima y mínima que deben alcanzar los trabajadores, sin embargo, es una gran ayuda que disminuiría los esfuerzos que se deben realizar. Además, con esta

alternativa, podrían desplazar más *packs* al mismo tiempo lo que podría ayudar a agilizar el trabajo.

### **1.3.1. Alternativa 1: Mesa de elevación de tijera manual móvil**

#### *1.3.1.1. Diseño*

Esta alternativa consiste en adquirir mesas de elevación móvil de tipo tijera con activación manual, las cuales cuentan con método de frenado mecánico en caso de que necesiten que la mesa móvil esté fija en algún momento y el accionamiento de elevación es hidráulico, de fácil operación y se puede realizar con el pie, evitando así que los trabajadores se tengan que agachar para poder accionar el mecanismo. De esta manera, se podría prevenir y disminuir la aparición de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores que realizan manipulación manual de cargas. Esta opción cuenta con una capacidad de peso de 150 kg y tiene la ventaja que la altura máxima de elevación es de 150 cm, misma altura a la que llegan las tarimas cuando están completas de mercadería, por lo que no tendrían que realizar ningún esfuerzo de elevación y desplazamiento de cargas.

Cabe destacar que el acero de esta mesa de elevación tiene una vida útil alta, igual que en las alternativas 2 y 3.

#### *1.3.1.2. Características*

En el cuadro 11, se indican las características de la alternativa 1, de la propuesta 2.

**Cuadro 11. Características de la mesa de elevación de tijera manual con ruedas**

Características	Descripción	
Ilustración de la mesa de elevación		
Proveedor/Marca	Tairuli	
Dimensiones de la mesa de elevación	61 cm (largo) x 46 cm (ancho)	
Capacidad máxima de peso	150 kg	
Altura máxima de elevación	150 cm	
Altura mínima de elevación	36 cm	
Materiales	Acero	
Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante todos los días	
Cantidad por adquirir	2	
Costo con IVA (₡)	Producción por unidad	92 099
	Costo total de las 2 unidades	184 198

Fuente: Alibaba, 2021

### 1.3.2. Alternativa 2: Carretilla elevadora con mesa de tijera

#### 1.3.2.1. Diseño

La presente opción consta de una carretilla con mesa elevadora de forma tijereta que tiene mecanismo de frenado y cuenta con un pedal con el que facilita el ascenso y descenso de la mesa, que al igual que en el caso anterior, permite que los trabajadores reduzcan sus movimientos de flexión del tronco al no tener que manipularlo manualmente. Soporta cargas de hasta 500 kg y se puede elevar hasta

una altura máxima de 100 cm y mínima de 43,2 cm, permitiendo a los trabajadores disminuir las posturas incómodas que deben adoptar para el manejo de cargas y reduciendo de esta manera la fatiga, tensión y molestias en las diferentes partes del cuerpo involucradas en los movimientos. De igual manera, se pueden manejar varias cargas por medio del uso de esta carretilla, lo cual reduciría los tiempos de operación manual y ayudaría a la productividad de la empresa.

Cabe destacar que el acero del equipo propuesto tiene una vida útil alta, igual que en las alternativas 1 y 3.

### 1.3.2.2. Características

En el cuadro 12, se indican las características de la alternativa 2, de la propuesta 2.

**Cuadro 12.** Características de la mesa de elevación de tijera manual con ruedas

Características	Descripción
Ilustración de la carretilla elevadora	
Proveedor/Marca	EOSLIFT
Dimensiones de la carretilla elevadora	113 cm (largo) x 52 cm (ancho)
Capacidad máxima de peso	500 kg
Altura máxima de elevación	100 cm
Altura mínima de elevación	43,2 cm
Materiales	Acero
Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante todos los días
Cantidad por adquirir	2

Costo con IVA (₡)	Producción por unidad	377 566
	Costo total de las 2 unidades	755 132

*Fuente: Capris, 2015*

### **1.3.3. Alternativa 3: Tabla de elevación móvil hidráulica**

#### *1.3.3.1. Diseño*

Esta alternativa se basa en una tabla móvil de elevación de tipo tijera hidráulica, tiene mecanismo de frenado y un pedal de fácil operación para elevar y bajar el dispositivo que se puede accionar con el pie para evitar que los trabajadores tengan que descender para activar la operación manualmente. Esta opción puede levantar cargas de hasta 136 kg, permitiendo elevar cargas hasta a una altura de 87,63 cm y descender hasta una altura de 33,65 cm, de este modo los trabajadores pueden reducir sus posturas de flexión y extensión del tronco lo cual puede estar ocasionando lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores. Esta opción al igual que las anteriores, permitiría que se potencie la productividad de las labores al permitir manipular más cargas que las que se pueden manipular de manera manual.

Cabe destacar que el acero tiene una vida útil alta, igual que en las alternativas 1 y 2.

#### *1.3.3.2. Características*

En el cuadro 13, se indican las características de la alternativa 2, de la propuesta 3.

**Cuadro 13. Características de la tabla de elevación móvil hidráulica**

Características	Descripción	
Ilustración de la tabla de elevación		
Proveedor/Marca	Extreme Max	
Dimensiones de la tabla de elevación	41,30 cm (largo) x 33,65 cm (ancho)	
Capacidad máxima de peso	136 kg	
Altura máxima de elevación	87,63 cm	
Altura mínima de elevación	33,65 cm	
Materiales	Acero	
Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante todos los días	
Cantidad por adquirir	2	
Costo con IVA (₡)	Producción por unidad	301 313
	Costo total de las 2 unidades	602 627

Fuente: Amazon, 2021

#### 1.4. Criterios de comparación

El siguiente cuadro indica la escala de los criterios de comparación para la propuesta 2, donde se valoran diversos parámetros para encontrar la mejor alternativa dentro de la propuesta. Además, dicha escala funciona con puntuación, donde el “1” es el menor puntaje y el “3” es el mayor puntaje asociado que se puede brindar.

**Cuadro 14.** Escala de criterios de comparación de la propuesta 2

Puntuación	Escala de criterios de comparación				
	Salud y seguridad	Económico	Sociocultural	Ambiental	Estándares aplicables
1	No se aproxima a la altura máxima de las tarimas llenas de mercancía y desciende a una altura cercana a la distancia mínima de las tarimas vacías	Posee el costo más elevado de las alternativas	Los trabajadores requieren mucha formación en el tema para utilizar la herramienta	En comparación con las alternativas, posee la vida útil más baja de los materiales	Se adapta poco a la INTE/ISO 11228-1:2016: Ergonomía. Manejo manual. Parte 1: Levantamiento y transporte
2	Se aproxima a la altura máxima de las tarimas llenas de mercancía y desciende a una altura cercana a la distancia mínima de las tarimas vacías	Posee el costo intermedio de las alternativas	Los trabajadores requieren formación intermedia en el tema para utilizar la herramienta	En comparación con las alternativas, posee la vida útil media de los materiales	Se adapta parcialmente a la INTE/ISO 11228-1:2016: Ergonomía. Manejo manual. Parte 1: Levantamiento y transporte
3	Alcanza la altura máxima de las tarimas llenas de mercancía y desciende a una altura cercana a la distancia mínima de las tarimas vacías	Posee el costo más bajo de las alternativas	Los trabajadores requieren poca formación en el tema para utilizar la herramienta	En comparación con las alternativas, posee la vida útil más alta de los materiales	Se adapta a la INTE/ISO 11228-1:2016: Ergonomía. Manejo manual. Parte 1: Levantamiento y transporte

El cuadro 15 compara las tres alternativas de diseño de la propuesta 2 relacionada con las mesas elevadoras para la manipulación de carga para los trabajadores de las líneas de producción, aplicando la escala de criterios anterior.

**Cuadro 15.** Matriz comparativa de los criterios de comparación de la propuesta 2

Propuestas de control de la mesa elevadora para la manipulación de cargas	Criterios de comparación					
	Salud y seguridad	Económico	Sociocultural	Ambiental	Estándares aplicables	Puntuación total
Alternativa 1: Mesa de elevación de tijera manual móvil	Puntos: 3 Alcanza la altura máxima (1,50 m) de las tarimas llenas de mercancía y desciende a una altura (36 cm) cercana a la distancia mínima (14 cm) de las tarimas vacías	Puntos: 3 El costo total es bajo (₡ 184 198)	Puntos: 3 Los trabajadores requieren poca formación en el tema para utilizar la herramienta	Puntos: 3 La vida útil de los materiales es alta	Puntos: 2 Se adapta parcialmente a la INTE/ISO 11228-1:2016 porque, aunque alcanza la altura máxima tarima, no alcanza la altura mínima de esta, por lo que tendrán que realizar un descenso de carga	14
Alternativa 2: Carretilla elevadora con mesa de tijera	Puntos: 2 Se aproxima a la altura máxima (1,00 m) de las tarimas llenas de mercancía y desciende a una altura cercana (43,2 cm) a la distancia mínima (14 cm) de las tarimas vacías	Puntos: 1 El costo total es elevado (₡ 755 132)	Puntos: 3 Los trabajadores requieren poca formación en el tema para utilizar la herramienta	Puntos: 3 La vida útil de los materiales es alta	Puntos: 1 Se adapta parcialmente a la INTE/ISO 11228-1:2016 porque no alcanza la altura máxima de la tarima y tampoco la altura mínima de esta	10

Alternativa 3: Tabla de elevación móvil hidráulica	Puntos: 1 No se aproxima a la altura máxima (87,63 cm) de las tarimas llenas de mercancía y desciende a una altura cercana (33,65 cm) a la distancia mínima (14 cm) de las tarimas vacías	Puntos: 2 El costo total es intermedio (₡ 602 627)	Puntos: 3 Los trabajadores requieren poca formación en el tema para utilizar la herramienta	Puntos: 3 La vida útil de los materiales es alta	Puntos: 2 Se adapta parcialmente a la INTE/ISO 11228- 1:2016 porque, aunque no alcanza la altura máxima de la tarima, es la opción que más se acerca a la altura mínima de esta	11
--	--	---	--	---	--	----

La propuesta de las mesas elevadoras para los trabajadores de las líneas de producción que resulta más factible de desarrollar es la alternativa 1, debido a que obtuvo 14 puntos. Como conclusión, la alternativa “mesa de elevación de tijera manual móvil”, se valida y justifica como diseño final de acuerdo con los requerimientos y otros aspectos de salud, seguridad, ambientales, económicos, culturales, sociales y de estándares aplicables. La incorporación de las mesas elevadoras podría permitir que los pesos levantados por los trabajadores no superen el LPR, tanto de origen y destino, como el de la tarea y que el manejo manual de cargas se dé con el menor esfuerzo posible. Además, se espera que ninguna tarea tenga un IL mayor a tres, pero lo ideal sería que este sea menor a 1 en todas las tareas evaluadas.

### **1.5. Propuesta 3: Alfombras antifatiga para el personal de las líneas de producción**

Las tareas que se desarrollan en las líneas de producción del local implican que deban trabajar de pie, por lo general en un mismo lugar, durante toda su jornada laboral, por lo que al finalizar sus labores en el día y al final de la semana pueden presentar cansancio o dolencias en las extremidades inferiores y en la espalda debido a la sobrecarga en los músculos. Se pretende incorporar alfombras a los trabajadores de las líneas de producción que no van a adquirir plataformas, que sería un total de 42 alfombras, esto debido a que las alfombras ya vienen con medidas estándar y sería muy costoso implementar alfombras a la medida de las plataformas y que se puedan adherir a ellas, por lo que se recomienda para un futuro poder implementarlas.

Esta propuesta consiste en implementar alfombras antifatiga, ya que estas fueron diseñadas en vista a la necesidad de reducir la fatiga y molestias que son ocasionadas por largas jornadas de trabajo de pie. Cuando los trabajadores están de pie por varias horas, los músculos se contraen y disminuye la circulación sanguínea, por lo que el corazón se ve obligado a bombear más fuerte la sangre y debe consumir más energía. Las alfombras antifatiga mitigan la fatiga al generar movimientos imperceptibles en los muslos, pantorrillas y pies, lo que se ve reflejado en la disminución del consumo de energía, reduciendo la fatiga y sus efectos (Unimat, 2021).

#### **1.5.1. Alternativa 1: Alfombras antifatiga Kleen Comfort para zonas industriales**

##### *1.5.1.1. Diseño*

Esta alternativa consiste en implementar alfombras antifatiga de un material de goma de nitrilo resistente y antideslizante que proporciona alivio a la fatiga de los músculos y articulaciones. Cuenta con una estructura interna acolchada de células cerradas lo que permite alivio para los pies, las piernas y la espalda de los trabajadores, al mismo tiempo que ayuda a la productividad y la motivación. Esta opción está diseñada para resaltar donde esté colocada, lo que al mismo tiempo

ayudaría a que los montacarguistas tuvieran una mejor visibilidad de donde se encuentran los trabajadores realizando sus tareas y de esta manera evitar accidentes relacionados.

Cabe destacar que la goma de nitrilo tiene una vida útil media, en comparación con la alternativa 3.

### 1.5.1.2. Características

En el cuadro 16, se indican las características de la alternativa 1, de la propuesta 3.

**Cuadro 16.** Características de las alfombras antifatiga para zonas industriales

Características	Descripción	
Ilustración de la alfombra antifatiga Kleen Comfort		
Proveedor/Marca	Kleen Comfort	
Dimensiones de la alfombra antifatiga Kleen Comfort	90 cm (largo) x 85 cm (ancho)	
Capacidad máxima de peso	136 kg	
Materiales	Goma de nitrilo con estructura interna acolchada	
Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante dos veces por semana	
Cantidad por adquirir	42	
Costo con IVA (€)	Producción por unidad	16 724
	Costo total de las 42 unidades	702 408

Fuente: Publi Alfombras, 2020

## 1.5.2. Alternativa 2: Tapetes antifatiga Unimat

### 1.5.2.1. Diseño

Esta opción pretende que se adquirieran tapetes antifatiga Unimat de nitrilo y caucho los cuales cuentan con agujeros de desagüe en su estructura que impiden la proliferación de bacterias, resistente al agua y grasas, característica importante a destacar debido que constantemente hay derrames de bebidas que se dañan producto de las máquinas que se utilizan. Estas alfombras reducen la fatiga y el estrés, incrementando el confort y productividad al mismo tiempo, útil ya que evita resbalones.

Cabe destacar que el nitrilo tiene una vida útil media, en comparación con la alternativa 3.

### 1.5.2.2. Características

En el cuadro 17, se indican las características técnicas de la alternativa 2, de la propuesta 3.

**Cuadro 17.** Especificaciones técnicas de los tapetes antifatiga Unimat

Características	Descripción
Ilustración del tapete antifatiga	
Proveedor/Marca	Unimat
Dimensiones del tapete antifatiga	90 cm (largo) x 90 cm (ancho)
Materiales	Nitrilo y caucho

Otros detalles	Resistente al agua y grasa	
Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante dos veces por semana	
Cantidad por adquirir	42	
Costo con IVA (₡)	Producción por unidad	13 995
	Costo total de las 42 unidades	587 790

*Fuente: PriceSmart, 2020*

### **1.5.3. Alternativa 3: Alfombra antifatiga Basic Seats**

#### *1.5.3.1. Diseño*

Esta alternativa consiste en implementar alfombras antifatiga Basic Seats hechas de PU relleno de gel, posee una superficie antideslizante y está diseñada especialmente para reducir la fatiga y molestias ocasionadas por las largas jornadas de trabajo de pie. Se desarrollaría esta opción con el fin de aliviar el cansancio y dolor en el tronco inferior y espalda de los trabajadores debido a tantas horas de pie al realizar sus tareas durante toda la jornada laboral.

Cabe destacar que el PU relleno de gel tiene una vida útil alta, en comparación con los materiales de las alternativas 1 y 2.

#### *1.5.3.2. Características*

En el cuadro 18, se indican las características de la alternativa 3, de la propuesta 3.

**Cuadro 18.** Alfombra antifatiga Basic Seats

Características	Descripción	
Ilustración de la alfombra antifatiga Basic Seats		
Proveedor/Marca	Basic Seats	
Dimensiones de la alfombra antifatiga Basic Seats	88 cm (largo) x 49 cm (ancho)	
Materiales	PU relleno de gel	
Otros detalles	Antideslizante	
Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante dos veces por semana	
Cantidad por adquirir	42	
Costo con IVA (₡)	Producción por unidad	42 092
	Costo total de las 42 unidades	1 767 864

*Fuente: Basic Seats, 2020*

### 1.6. Criterios de comparación

El siguiente cuadro indica la escala de los criterios de comparación para la propuesta 3, donde se valoran diversos parámetros para encontrar la mejor alternativa dentro de la propuesta. Además, dicha escala funciona con puntuación, donde el “1” es el menor puntaje y el “3” es el mayor puntaje asociado que se puede brindar.

**Cuadro 19.** Escala de criterios de comparación de la propuesta 3

Puntuación	Escala de criterios de comparación				
	Salud y seguridad	Económico	Sociocultural	Ambiental	Estándares aplicables
1	Útiles para reducir la fatiga y su implementación es levemente insegura	Posee el costo más elevado de las alternativas	N/A	En comparación con las alternativas, posee la vida útil más baja de los materiales	N/A
2	Útiles para reducir la fatiga y su implementación es parcialmente segura	Posee el costo intermedio de las alternativas	N/A	En comparación con las alternativas, posee la vida útil media de los materiales	N/A
3	Útiles para reducir la fatiga y su implementación es segura	Posee el costo más bajo de las alternativas	N/A	En comparación con las alternativas, posee la vida útil más alta de los materiales	N/A
N/A: No Aplica.					

El cuadro 20 compara las tres alternativas de diseño de la propuesta 3 relacionada con las alfombras antifatiga para los trabajadores de las líneas de producción, aplicando la escala de criterios anterior.

**Cuadro 20.** Matriz comparativa de los criterios de comparación de la propuesta 3

Propuestas de control de las alfombras antifatiga	Criterios de comparación					
	Salud y seguridad	Económico	Sociocultural	Ambiental	Estándares aplicables	Puntuación total
Alternativa 1: Alfombras antifatiga Kleen Comfort para zonas industriales	Puntos: 3 Útil para reducir la fatiga y su implementación es segura debido a que se adhiere al piso y se encuentra demarcada	Puntos: 2 El costo total es intermedio (₡ 702 408)	N/A	Puntos: 2 La vida útil de los materiales es intermedia	N/A	7
Alternativa 2: Tapetes antifatiga Unimat	Puntos: 2 Útil para reducir la fatiga y su implementación es parcialmente segura debido a que no se adhiere al piso y no está demarcada	Puntos: 2 El costo total es intermedio (₡ 602 627)	N/A	Puntos: 2 La vida útil de los materiales es intermedia	N/A	6
Alternativa 3: Alfombra antifatiga Basic Seats	Puntos: 2 Útil para reducir la fatiga y su implementación es parcialmente segura, porque, aunque sí se adhiere al piso, no está demarcada	Puntos: 1 El costo total es elevado (₡ 1 760 864)	N/A	Puntos: 3 La vida útil de los materiales es alta	N/A	6

La propuesta de las alfombras antifatiga para los trabajadores de las líneas de producción que resulta más factible de desarrollar es la alternativa 1, debido a que obtuvo 7 puntos. Como conclusión, la alternativa “alfombras antifatiga Kleen Comfort para zonas industriales”, se valida y justifica como diseño final de acuerdo con los requerimientos y otros aspectos de salud, seguridad, ambientales, económicos, culturales, sociales y de estándares aplicables.

Considerando que los trabajadores están de pie durante toda la jornada laboral, la implementación de alfombras podría reducir el nivel de fatiga de los trabajadores y los porcentajes de dolencia de las diferentes zonas del cuerpo, permitiendo así que las molestias musculoesqueléticas no interfieran en gran magnitud con las actividades laborales.

### 1.7. Costos totales de los controles de ergonomía

A continuación, se presenta el costo total de aplicar los diferentes controles ingenieriles seleccionados de ergonomía. En este caso, los controles administrativos aplicados no tienen un costo asociado.

**Cuadro 21.** Costos totales de los controles seleccionados de ergonomía

Propuestas	Alternativa seleccionada	Rubros	Costos con IVA (€)
Propuesta 1: Plataformas individuales para los trabajadores de las líneas de producción	Alternativa 1: Plataformas individuales de altura ajustable incorporadas a las líneas de producción	Producción por unidad	60 685
		Instalación total	20 000
		<b>Costo</b>	784 220
Propuesta 2: Mesa elevadora para la manipulación de cargas de los trabajadores de las líneas de producción	Alternativa 1: Mesa de elevación de tijera manual móvil	Producción por unidad	92 099
		<b>Costo</b>	184 198
Propuesta 3: Alfombras antifatiga para el personal de	Alternativa 1: Alfombras antifatiga Kleen Comfort para zonas industriales	Producción por unidad	16 724
		<b>Costo</b>	702 408

las líneas de producción			
<b>Costo final</b>			<b>1 670 826</b>

### 1.8. Ubicación de los equipos en el área de producción

En la siguiente figura se indica la posición de las plataformas individuales, las mesas elevadoras y las alfombras antifatiga dentro del área de producción de la empresa.

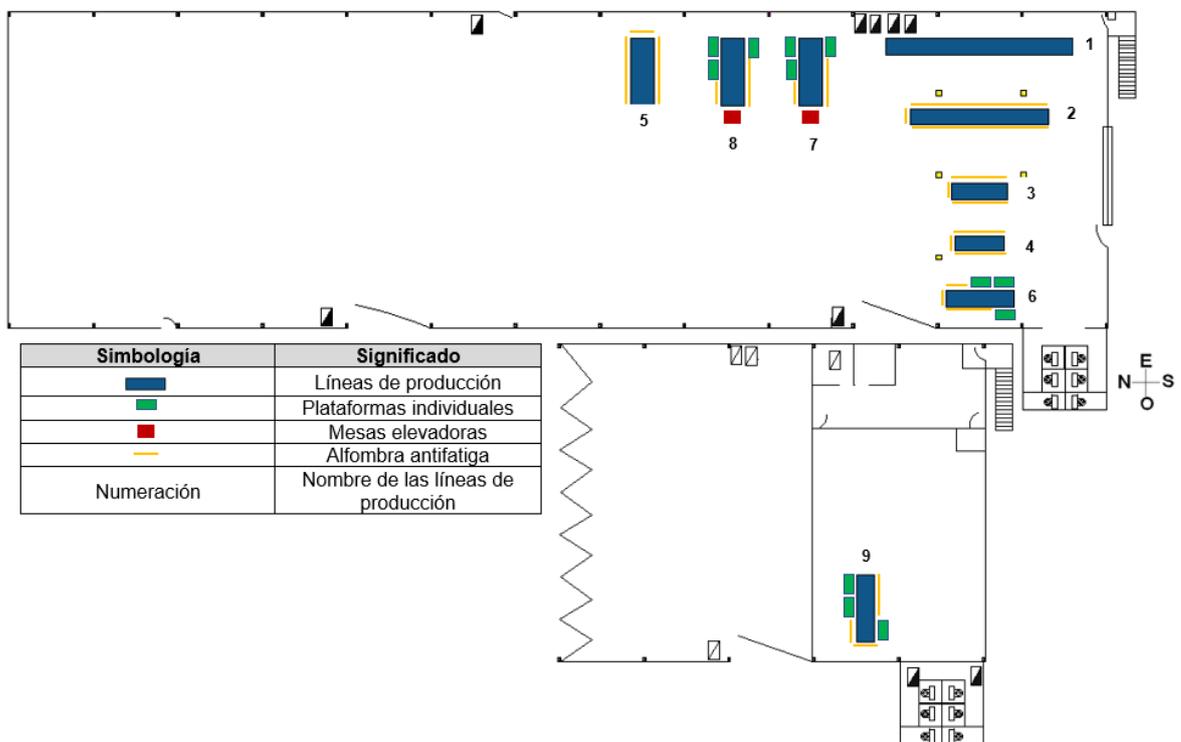


Figura 4. Ubicación de los equipos ergonómicos

## 2. Propuestas de controles administrativos de ergonomía

Para las propuestas de controles administrativos de ergonomía, la norma INTE/ISO 6385:2016 establece los principios ergonómicos básicos que van a orientar el diseño de los sistemas de trabajo. De esta manera, se consideraron las siguientes pautas: interacción entre los trabajadores y el puesto de trabajo, análisis y asignación de funciones, formulación de objetivos, organización del trabajo, reconocimiento de la experiencia y capacidad de la población en estudio, equilibrio entre la presión de trabajo y las capacidades de los colaboradores, pausas,

posturas correctas, esfuerzo muscular, movimientos corporales y seguimiento de los procedimientos.

En este apartado se detallan los tres procedimientos que se elaboraron de ergonomía, con el fin de que existan lineamientos sobre prácticas seguras de trabajo que cumplan los colaboradores en el proceso de las líneas de producción de la planta. Las propuestas son:

- Procedimiento de guía de ejercicios para pausas activas (GP-01).
- Procedimiento de manejo manual de cargas (MC-01).
- Procedimiento de guía de buenas prácticas de postura corporal (PC-01).

Los procedimientos tienen en el encabezado el nombre de la empresa, nombre de este, código (abreviación del nombre del procedimiento), número de versión y número de páginas.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b> <b>GUÍA DE EJERCICIOS PARA PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: GP
		Versión: 01
		Página: 1 de 7

*a. Objetivo*

Establecer una guía que ofrezca los lineamientos necesarios para la ejecución de ejercicios de pausas activas durante la jornada laboral, previniendo trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores de las líneas de producción.

*b. Alcance*

Está dirigido a los colaboradores que trabajan en las líneas de producción de planta de la empresa, así como a las personas involucradas para llevar a cabo el procedimiento.

*c. Meta*

Se propone como meta que todos los trabajadores de las líneas de producción de planta realicen pausas activas durante su jornada laboral.

*d. Frecuencia*

Se recomienda que la rutina de pausas activas se realice dos veces al día, la primera vez a la mitad de la jornada y la segunda vez una hora antes de la hora de salida.

*e. Responsabilidades*

- Encargados de cada línea de producción:
  - Asignar el espacio físico donde se harán las pausas activas, el cual se encuentra dentro del área de producción.
  - Asignar el tiempo durante el día para realizar la guía de pausas activas.
  - Dirigir la rutina indicada en este procedimiento.
- Supervisoras de las líneas de producción:
  - Completar por medio del 'formulario de verificación diaria de pausas activas' que la guía de pausas activas se aplique dos veces al día.
  - Realizar la rutina de pausas activas.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b> <b>GUÍA DE EJERCICIOS PARA PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: GP
		Versión: 01
		Página: 2 de 7

- Departamento de Recursos Humanos:
  - Archivar los formularios de verificación diaria y semanal de pausas activas.
  - Entregar semanalmente al encargado de Salud Ocupacional los registros de pausas activas.
- Trabajadores de las líneas de producción:
  - Participar de la rutina de pausas activas todos los días.
- Encargado de Salud Ocupacional:
  - Verificar por medio del ‘formulario de verificación semanal de ejecución de ejercicios de pausas activas’ que se haya cumplido con la guía de pausas activas de la semana anterior.
  - Solicitar la revisión de la propuesta de ejercicios por un experto en el tema.

*f. Beneficios de realizar pausas activas en el trabajo*

- Rompen la rutina de trabajo.
- Reactiva la energía mejorando el estado de alerta.
- Relaja los grupos músculo-tendinosos más exigidos en el trabajo y reactiva los menos utilizados.
- Desarrolla la conciencia de la salud física y mental.
- Estimula y favorece la circulación.
- Favorece la capacidad de concentración.
- Mejora el desempeño laboral.

*g. Documentos requeridos*

El siguiente cuadro indica los documentos necesarios para ejecutar el procedimiento.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b> <b>GUÍA DE EJERCICIOS PARA PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: GP
		Versión: 01
		Página: 3 de 7

**Cuadro 1.** Formularios para aplicar el procedimiento de guía de ejercicios para pausas activas

Nombre	Código	Tipo de registro	Lugar de archivo	Responsables
Formulario de verificación diaria de pausas activas	PAD-01	Impreso	RRHH	Supervisoras de las líneas de producción
Formulario de verificación semanal de ejecución de ejercicios de pausas activas	PAS-01	Impreso	RRHH	Supervisoras de las líneas de producción

#### *h. Desarrollo*

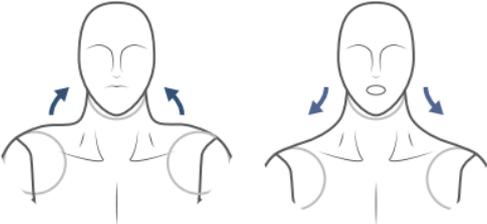
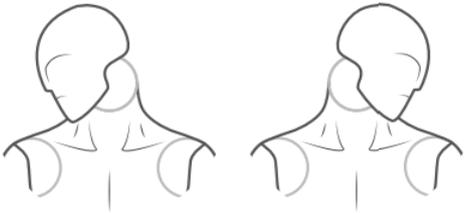
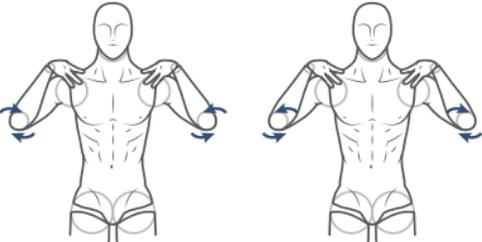
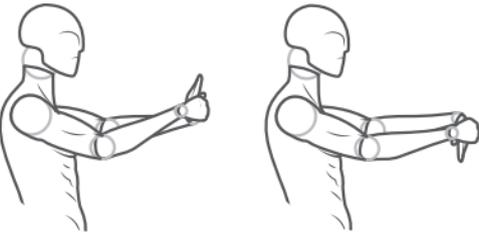
A continuación, se mencionan los pasos que deben seguir cada uno de los responsables para cumplir con el procedimiento.

#### Encargados de cada línea de producción

1. Indicar a los colaboradores y a las supervisoras de las líneas de producción a la mitad de la jornada laboral que se realizará la primera rutina de ejercicios.
  - Es importante mencionar que la guía de pausas activas la realizarán todas las líneas de producción, pero en diferentes momentos, debido a que no todos los trabajadores poseen el mismo horario de trabajo.
2. Indicar a los trabajadores que se detengan y en su espacio de trabajo realicen la guía de ejercicios.
3. Dirigir la rutina de ejercicios para pausas activas.
  - En el cuadro 2, se muestra la guía de ejercicios de pausas activas a realizar durante la jornada laboral. Todos los ejercicios se realizan de pie y la rutina completa tiene una duración aproximada de 2 minutos.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b> <b>GUÍA DE EJERCICIOS PARA PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: GP
		Versión: 01
		Página: 4 de 7

**Cuadro 2.** Guía de ejercicios de pausas activas

Nº	Imagen gráfica	Descripción del ejercicio	Tiempo
1		Inhale por la nariz mientras eleva los brazos y exhale por la boca mientras los desciende	20 segundos
2		Gire su cabeza hacia el lado derecho y descienda su cabeza hasta mirar el suelo manteniendo la rotación inicial	20 segundos
3		Coloque sus manos sobre sus hombros. Dibuje pequeños círculos con sus codos	10 segundos a cada lado
4		Coloque su mano derecha en su cadera izquierda por delante de su cuerpo. Gire el tronco, y mantenga la mirada hacia atrás	10 segundos a cada lado
5		Levante el brazo y con la mano contraria, empuje la palma hacia usted. Luego, empuje el dorso de la mano hacia usted	10 segundos en cada mano

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b> <b>GUÍA DE EJERCICIOS PARA PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: GP
		Versión: 01
		Página: 5 de 7

Nº	Imagen gráfica	Descripción del ejercicio	Tiempo
6		Cruce una pierna por delante de la otra y flexione su tronco intentando tocar el suelo con sus manos	10 segundos con cada pierna

*Fuente: ErgoTEC y UCR (2020)*

4. Verificar que el tiempo de aplicación de la rutina no exceda los 2 minutos.
5. Indicar a los colaboradores la finalización de la rutina y que reanuden sus actividades de trabajo.
6. Indicar a los colaboradores y a las supervisoras de las líneas de producción una hora antes de la finalización de la jornada laboral que se realizará la segunda rutina de ejercicios.
7. Seguir los pasos del 2 al 5.

#### Supervisoras de las líneas de producción

1. Estar atentas a la indicación de los encargados de las líneas de producción sobre cuándo se realizará la primera rutina de ejercicios.
2. Seguir la rutina de ejercicios en conjunto con la línea de producción que deseen.
  - Independientemente de la línea que escojan, siempre deben realizar la rutina dos veces al día.
3. Cada supervisora tiene líneas de producción asignadas, por lo que cada una de ellas conoce a cuáles líneas debe observar durante la realización de las rutinas de ejercicios.
4. Cada supervisora deberá completar el 'formulario de verificación diaria de pausas activas' para cada línea que le correspondió observar.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b> <b>GUÍA DE EJERCICIOS PARA PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: GP
		Versión: 01
		Página: 6 de 7

- Cada supervisora tendrá acceso al formulario.
  - En el formulario, se debe indicar la fecha de aplicación de este.
  - Se completan los datos de la primera rutina de ejercicios inmediatamente después de que cada línea de producción finaliza la guía.
  - Se completan los datos de la segunda rutina de ejercicios inmediatamente después de que cada línea de producción finaliza la guía.
  - Al finalizar la jornada, este formulario se entregará a Recursos Humanos para que lo archiven.
5. Cada supervisora deberá completar el ‘formulario de verificación semanal de ejecución de ejercicios de pausas activas’ para cada línea que le correspondió observar.
- Se imprimirán tres formularios por semana para que cada supervisora tenga su propio documento.
  - Indicar en el formulario las líneas de producción asignadas.
  - Completar en el formulario si se realizó la guía de ejercicios dos veces durante la jornada.
  - Se completan los datos faltantes del formulario, a excepción de las últimas dos filas de este (las cuales corresponden al encargado de Salud Ocupacional).
  - Al finalizar la jornada, este formulario se entregará a Recursos Humanos para que lo guarden.
  - Como el mismo formulario se utiliza durante toda la semana, las supervisoras deben recogerlo en la mañana en Recursos Humanos para volver a completar el documento.
  - Al finalizar la semana, los formularios se archivarán en Recursos Humanos.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b> <b>GUÍA DE EJERCICIOS PARA PAUSAS ACTIVAS</b>	Código: GP
		Versión: 01
		Página: 7 de 7

#### Departamento de Recursos Humanos

1. Recibir y archivar el formulario diario de pausas activas.
2. Recibir y archivar, al final de la jornada laboral, el formulario semanal de pausas activas.
3. Entregar a las supervisoras, al inicio de la jornada laboral, el formulario de pausas activas semanal.
  - El formulario semanal se archivará definitivamente el sábado.
4. Entregar semanalmente al encargado de Salud Ocupacional, el registro semanal de pausas activas.

#### Trabajadores de las líneas de producción

1. Seguir diariamente la rutina de pausas activas cuando los encargados de cada línea lo indiquen.
2. Asegurar que se está realizando la rutina de ejercicios correctamente.
3. Si se encuentra enfermo, tiene algún dolor físico o lesión, no realice la rutina de pausas activas.

#### Encargado de Salud Ocupacional

1. Cada semana, cuando Recursos Humanos le haga entrega del registro semanal de pausas activas, debe revisar y firmar el mismo.
2. Si se incumplió con el registro del formulario semanal, investigar la razón y generar los controles pertinentes.
3. Si se incumplió con la realización de los ejercicios de pausas activas, averiguar la razón y proponer una solución.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO VERIFICACIÓN DIARIA DE PAUSAS ACTIVAS</b>			Código: PAD	
				Versión: 01	
				Página: 1 de 1	
<b>Fecha de aplicación:</b>					
<b>Primera rutina de ejercicios</b>					
<i>Nombre supervisoras</i>	<i>Firma</i>	<i>Línea(s) de producción supervisada(s)</i>	<i>Cantidad de trabajadores que participaron</i>	<i>Nombre de los trabajadores que no participaron</i>	
<b>Segunda rutina de ejercicios</b>					
<i>Nombre supervisoras</i>	<i>Firma</i>	<i>Línea(s) de producción supervisada(s)</i>	<i>Cantidad de trabajadores que participaron</i>	<i>Nombre de los trabajadores que no participaron</i>	

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO VERIFICACIÓN SEMANAL DE EJECUCIÓN DE EJERCICIOS DE PAUSAS ACTIVAS</b>		Código: PAS	
			Versión: 01	
			Página: 1 de 1	
<b>Línea(s) de producción asignada(s):</b>				
<i>Día de la semana</i>	<i>Se realizó la guía de ejercicios de pausas activas 2 veces durante cada jornada laboral diaria (marque con una X)</i>		<i>Nombre completo supervisora</i>	<i>Firma supervisora</i>
	<i>Sí</i>	<i>No</i>		
Lunes				
Martes				
Miércoles				
Jueves				
Viernes				
Sábado				
<b>Fecha de revisión por el encargado de Salud Ocupacional:</b>				
<b>Firma del encargado de Salud Ocupacional:</b>				

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO MANEJO MANUAL DE CARGAS</b>	Código: MC
		Versión: 01
		Página: 1 de 10

*a. Objetivo*

Establecer una metodología para la correcta manipulación manual de cargas en las líneas de producción con el fin de que se generen prácticas seguras en el personal y que de esta manera se promueva la prevención de riesgos relacionados a este tipo de labores.

*b. Alcance*

Este procedimiento va dirigido a los trabajadores que deben de realizar manejo manual de cargas dentro de sus tareas diarias en las líneas de la planta de producción.

*c. Meta*

Que el 100% de los trabajadores de las líneas de producción que desarrollan labores relacionadas con la manipulación manual de cargas implementen buenas prácticas relacionadas al tema.

*d. Frecuencia*

Durante toda la jornada laboral de los colaboradores de las líneas de producción.

*e. Responsabilidades*

- Trabajadores de las líneas de producción:
  - Seguir y aplicar las instrucciones en cuanto a la implementación de las buenas prácticas de trabajo en las tareas de manejo manual de cargas.
- Supervisoras de las líneas de producción:
  - Velar que se estén realizando buenas prácticas posturales en las labores de manejo manual de cargas.
- Departamento de Recursos Humanos:
  - Tener a disposición de las supervisoras de líneas de producción el 'formulario de manipulación incorrecta de cargas'.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO MANEJO MANUAL DE CARGAS</b>	Código: MC
		Versión: 01
		Página: 2 de 10

- Recibir y archivar el registro de dicho formulario.
- Entregar los registros al encargado de Salud Ocupacional cuando existan casos.
- Encargado de Salud Ocupacional:
  - Velar por el cumplimiento de las buenas prácticas en las tareas de manejo manual de cargas.
  - Recibir los registros del formulario y tomar las medidas pertinentes para cada caso.

*f. Consideraciones importantes sobre el manejo manual de cargas*

En la medida de lo posible, se debería evitar o limitar el manejo manual de materiales con el fin de evitar lesiones relacionadas a este tipo de tareas, sin embargo, en caso de que no exista esa posibilidad, se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- El peso máximo que se recomienda que no se sobrepase en condiciones ideales de manipulación es de 25 kg, esto indica que, al levantar esa carga, el 85 % de la población trabajadora sana está protegida.
- Si el personal está conformado por mujeres, trabajadores jóvenes o mayores, o si se requiere proteger a la mayoría de la población, las cargas que se manejan no deben ser superiores a los 15 kg, buscando así proteger al 95 % de la población trabajadora sana y al 90 % de mujeres, trabajadores jóvenes y mayores
- Los trabajadores sanos y entrenados físicamente podrían levantar cargas de hasta 40 kg en circunstancias especiales, siempre y cuando la tarea se realice esporádicamente y de manera segura.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO MANEJO MANUAL DE CARGAS</b>	Código: MC
		Versión: 01
		Página: 3 de 10

2. Si en el área de producción no se consideran acciones preventivas en las actividades donde se realizan esfuerzos importantes, movimientos repetitivos de alta frecuencia y se adopten posturas inadecuadas cuando se desarrolla la manipulación de cargas, los trabajadores están expuestos a condiciones de riesgo, que podrían desencadenar accidentes o enfermedades laborales.

*g. Documentos requeridos*

El siguiente cuadro indica los documentos necesarios para ejecutar el procedimiento.

**Cuadro 1.** Formulario para aplicar el procedimiento de manejo manual de cargas

Nombre	Código	Tipo de registro	Lugar de archivo	Responsables
Formulario de manipulación incorrecta de cargas	MI-01	Impreso	RRHH	Supervisoras de las líneas de producción

*h. Desarrollo*

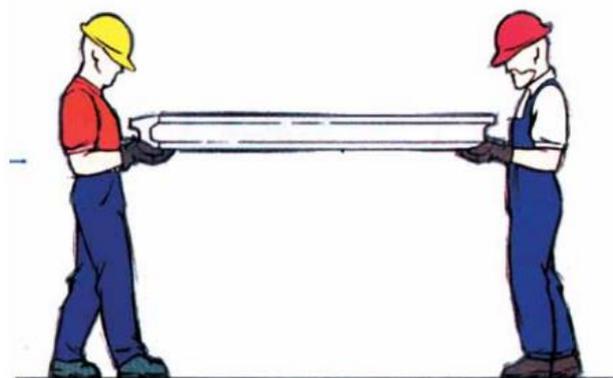
A continuación, se mencionan los pasos que deben seguir cada uno de los responsables para cumplir con el procedimiento.

Trabajadores de las líneas de producción:

**1. Valorar el peso de la carga**

Antes de desarrollar cualquier tarea que implique manipulación manual de cargas, el trabajador debe conocer el peso de la carga, para de esta manera, determinar si el levantamiento se requiere hacer entre una o dos personas. Si el colaborador considera que no puede levantar la carga, debe pedir ayuda a un compañero (ver figura 1).

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO MANEJO MANUAL DE CARGAS</b>	Código: MC
		Versión: 01
		Página: 4 de 10



*Figura 1. Ejemplo de valoración del peso de la carga  
Fuente: INS, 2012*

## **2. Posición de la carga con respecto al cuerpo**

Los trabajadores deben velar por mantener la carga pegada al cuerpo siempre a una altura comprendida entre los codos y los nudillos, de ser posible dentro de los márgenes de la zona segura de levantamiento, la cual es cerca de la cadera, ya que en esta área el peso puede ser mayor por tener mayor capacidad de levantamiento.

La siguiente figura hace referencia a los pesos recomendados por levantar según la cercanía de la carga con el cuerpo y la altura a la que se debe manipular.

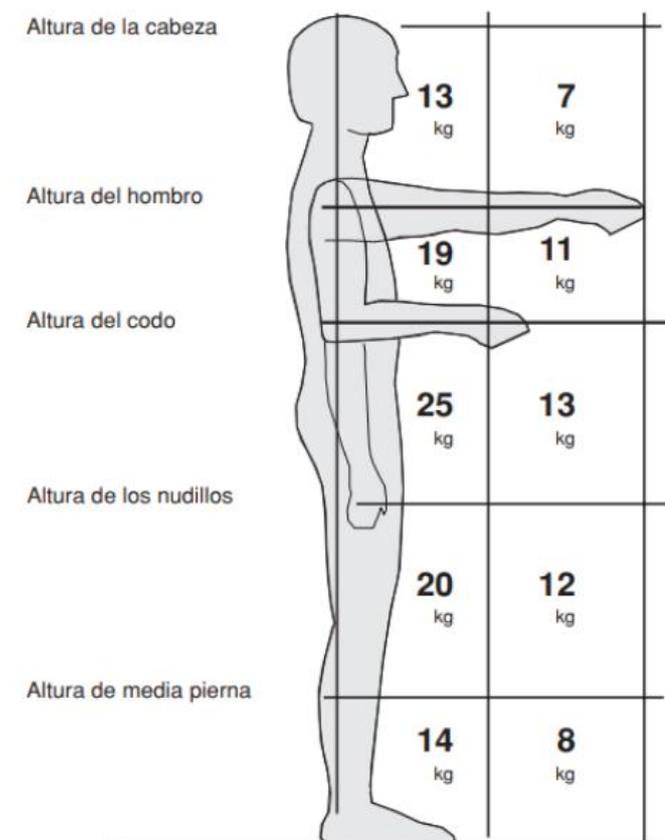
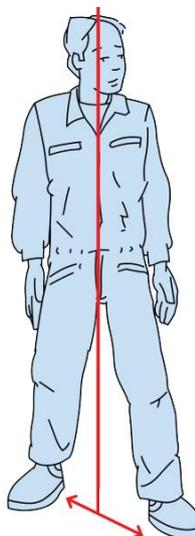


Figura 2. Peso recomendado en función de la zona de manipulación  
Fuente: INSHT, 2011

### 3. Colocación de los pies

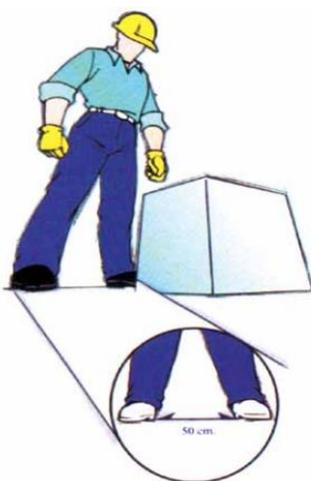
La posición de los pies es un factor importante para lograr una postura estable y equilibrada, para esto, se separan los pies para conseguir dicha postura, y se coloca un pie de manera firme más adelantado que el otro pie, que va a ir en la dirección en que se va a realizar el movimiento (ver figura 3).

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO MANEJO MANUAL DE CARGAS</b>	Código: MC
		Versión: 01
		Página: 6 de 10



*Figura 3. Posición de los pies para el levantamiento  
Fuente: INSHT, 2011*

Los pies se deben separar ligeramente uno delante del otro a una distancia aproximada de 50 cm (ver figura 4).



*Figura 4. Distancia aproximada entre los pies  
Fuente: INS, 2012*

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO MANEJO MANUAL DE CARGAS</b>	Código: MC
		Versión: 01
		Página: 7 de 10

#### 4. Postura de levantamiento

Para mantener una postura correcta de levantamiento, se deben doblar las rodillas manteniendo la espalda derecha, no se deben flexionar demasiado y la carga se debe levantar suavemente, por extensión de las piernas. Es importante asegurarse de sujetar firmemente la carga empleando ambas manos, utilizando un agarre seguro (ver figura 5).



Figura 5. Postura de levantamiento  
Fuente: INSHT, 2011

Además, es importante considerar que la barbilla debe ir separada del pecho al tomar la carga (ver figura 6).

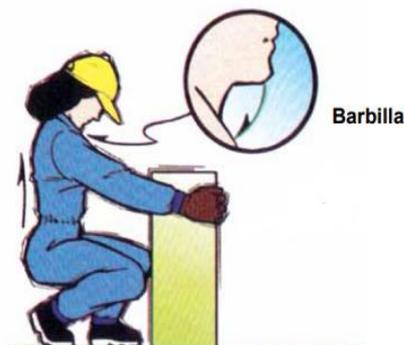


Figura 6. Postura de levantamiento  
Fuente: INS, 2012

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO MANEJO MANUAL DE CARGAS</b>	Código: MC
		Versión: 01
		Página: 8 de 10

Al levantar la carga se debe mantener la espalda recta y sostener esta lo más cerca posible del cuerpo (ver figura 7).



*Figura 7. Postura de espalda  
Fuente: INS, 2012*

## **5. Giros del cuerpo**

En la medida de lo posible se deben de evitar los giros y las posturas forzadas, es preferible mover los pies para adoptar la posición adecuada. Cuando sea necesario efectuar giros, se debe evitar la torsión del tronco con la carga y se deberá girar todo el cuerpo mediante pequeños movimientos de los pies, nunca gire el cuerpo mientras sostiene la carga (ver figura 8).

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO MANEJO MANUAL DE CARGAS</b>	Código: MC
		Versión: 01
		Página: 9 de 10

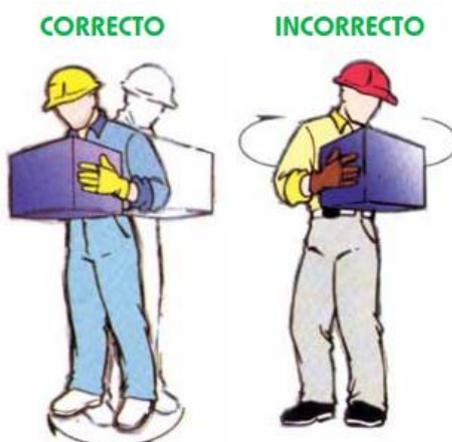


Figura 8. Giros en el cuerpo  
Fuente: INS, 2012

## 6. Depósito de la carga

Si el levantamiento es desde el suelo hasta la altura de los hombros o más, se debe apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre. Al llegar al destino, se deposita la carga y después se ajusta si es necesario. Es importante tener en cuenta que el desplazamiento vertical que realiza el trabajador desde el punto de origen hasta el punto de destino no debe superar los 25 cm (ver figura 9).

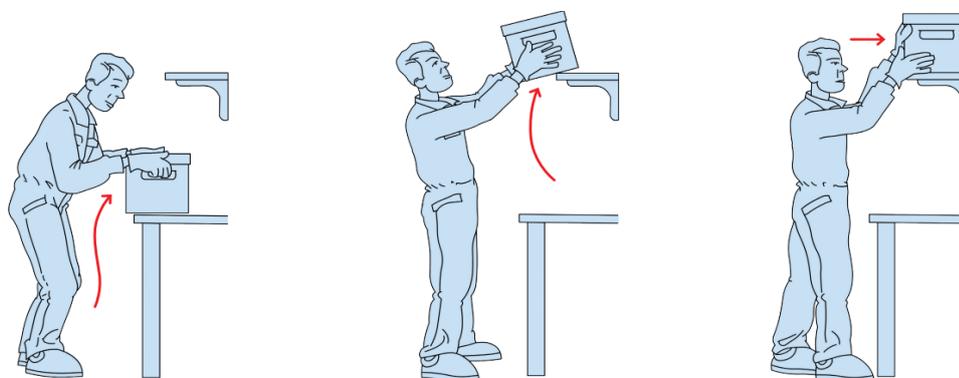


Figura 9. Depósito de la carga  
Fuente: INSHT, 2011

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO MANEJO MANUAL DE CARGAS</b>	Código: MC
		Versión: 01
		Página: 10 de 10

### Supervisoras de las líneas de producción

1. Estar atentas y observar a los trabajadores para analizar cómo estos están manipulando las cargas.
2. Si los colaboradores no están cumpliendo con los pasos de manipulación de cargas de esta guía, deben reportarlo en el 'formulario de manipulación incorrecta de cargas'.
  - Observar durante 1 minuto al trabajador que está realizando la manipulación de cargas para asegurar que el movimiento que está haciendo, es incorrecto.
  - Si la manipulación es incorrecta, solicitar un formulario en Recursos Humanos.
  - Completar los datos que solicita el formulario.
  - Devolver el formulario a Recursos Humanos.

### Departamento de Recursos Humanos

1. Disponer del 'formulario de manipulación incorrecta de cargas' y proveerlo a las supervisoras de las líneas de producción cuando lo soliciten.
2. Recibir y archivar el registro del formulario una vez completo.
3. Si existen casos, entregar los registros del formulario al encargado de Salud Ocupacional.

### Encargado de Salud Ocupacional

1. Recibir los registros de los formularios y analizar lo encontrado.
2. Tomar las medidas de mejora de manipulación de cargas para cada caso en específico (cuando hayan).
3. Firmar el recibido del registro del formulario.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO MANIPULACIÓN INCORRECTA DE CARGAS</b>	Código: MI
		Versión: 01
		Página: 1 de 1
<b>Nombre completo de la supervisora que reporta el caso:</b>		
<b>Nombre completo del trabajador que está manipulando incorrectamente la carga:</b>		
<b>Línea de producción donde trabaja el colaborador:</b>		
<b>Fecha de reporte del caso:</b>		
<i>Descripción de la actividad laboral</i>	<i>Descripción de la manipulación incorrecta de cargas que realiza el trabajador</i>	<i>Foto de la manipulación incorrecta de cargas (opcional)</i>
<b>Fecha de revisión por el encargado de Salud Ocupacional:</b>		
<b>Firma del encargado de Salud Ocupacional:</b>		

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b> <b>GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE POSTURA</b> <b>CORPORAL</b>	Código: PC
		Versión: 01
		Página: 1 de 7

*a. Objetivo*

Establecer una guía sobre las buenas prácticas de postura del cuerpo que ayude a la mitigación de la presencia de lesiones musculoesqueléticas en los colaboradores de las líneas de producción.

*b. Alcance*

Este procedimiento va dirigido a los trabajadores que laboran en las líneas de producción de la empresa, ya que por el tipo de tareas que deben realizar, se ven expuestos a sufrir desórdenes musculoesqueléticos si no mantienen posturas correctas durante su jornada.

*c. Metas*

Que el 100 % de los trabajadores que desarrollan sus tareas en las líneas de producción de la empresa implementen buenas prácticas relacionadas a la correcta postura del cuerpo.

*d. Frecuencia*

Cada vez que los trabajadores realicen sus tareas en las líneas de producción de la empresa durante la jornada laboral.

*e. Responsabilidades*

- Trabajadores de las líneas de producción de la planta:
  - Seguir y aplicar las instrucciones en cuanto a la implementación de las buenas prácticas de posturas al realizar sus tareas.
- Supervisoras de las líneas de producción:
  - Verificar que se estén practicando posturas correctas en las actividades que deben realizar los trabajadores durante la jornada laboral.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b>	Código: PC
	<b>GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE POSTURA CORPORAL</b>	Versión: 01
		Página: 2 de 7

- Departamento de Recursos Humanos:
  - Tener a disposición de las supervisoras de líneas de producción el ‘formulario de prácticas corporales inadecuadas’.
- Encargado de Salud Ocupacional:
  - Velar por el cumplimiento de las buenas prácticas posturales en los trabajadores.

*f. Consideraciones importantes sobre las buenas prácticas de postura del cuerpo*

Es importante que los colaboradores sean educados sobre la higiene postural, para que, de esta manera, incorporen hábitos saludables al realizar sus tareas en su espacio físico de trabajo y puedan mantener la correcta posición del cuerpo, ya sea en quietud o movimiento, y así evitar posibles lesiones musculoesqueléticas. En la figura 1 se puede observar la forma anatómica de la columna vertebral.



*Figura 1. Forma anatómica de la columna vertebral  
Fuente: Cifesa!, 2008*

- Las posturas inadecuadas pueden provocar en los trabajadores situaciones patológicas e incapacitantes como:
  - Hipercifosis: curvatura de la columna hacia adelante.
  - Escoliosis: La columna se deforma y se curva hacia los lados.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b>	Código: PC
	<b>GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE POSTURA CORPORAL</b>	Versión: 01
		Página: 3 de 7

- Hiperlordosis: curvatura de la columna hacia atrás.
- Cervicalgias, dorsalgias o lumbalgias: dolor en las cervicales, dorsales o lumbares.

Las posturas en los lugares de trabajo están asociadas a los trastornos musculoesqueléticos y depende de aspectos como el tiempo de exposición, la frecuencia con la que se desarrolle y la duración de la tarea.

*g. Documentos requeridos*

El siguiente cuadro indica los documentos necesarios para ejecutar el procedimiento.

**Cuadro 1.** Formulario para aplicar el procedimiento de manejo manual de cargas

Nombre	Código	Tipo de registro	Lugar de archivo	Responsables
Formulario de prácticas corporales inadecuadas	CI-01	Impreso	RRHH	Supervisoras de las líneas de producción

*h. Desarrollo*

A continuación, se mencionan los pasos que deben seguir cada uno de los responsables para cumplir con el procedimiento.

Trabajadores de las líneas de producción

En el cuadro 2 se muestra la guía de buenas prácticas de postura corporal, la cual se debe usar como base para las prácticas de postura corporal de los trabajadores de las líneas de producción. Es importante mencionar que no se brindan indicaciones sobre la postura sentado, debido a que los colaboradores no realizan ninguna tarea en esta postura ni se incluyen posturas al levantar cargas, ya que eso se puede consultar de forma específica en el procedimiento de manejo manual de cargas MC-01.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b>	Código: PC
	<b>GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE POSTURA CORPORAL</b>	Versión: 01
		Página: 4 de 7

Cabe destacar que no existe un “paso a paso” porque en el siguiente cuadro se indican las recomendaciones a seguir en todo momento de la jornada laboral al realizar sus diversas actividades.

**Cuadro 2.** Guía de buenas prácticas de postura corporal

Postura	Pautas a seguir	Evitar
<b>De pie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mantenga en la medida de lo posible la mirada al frente.</li> <li>● Mantenga una de las rodillas extendidas cuando se encuentre de pie por largos periodos y la otra semiflexionada. Recuerde alternar las piernas para cambiar el peso.</li> <li>● Mantenga los hombros relajados y el cuerpo alineado.</li> <li>● De ser posible, muévase de vez en cuando.</li> <li>● Si cuenta con una tarima o con una superficie más elevada que el suelo, coloque uno de los pies sobre esta.</li> <li>● Cambie la postura frecuentemente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Mantener la cabeza mirando al suelo, esto disminuye la curvatura natural de la región cervical provocando una rectificación de ésta.</li> <li>● Los hombros caídos y echados hacia delante, así como hombros excesivamente elevados y echados hacia atrás.</li> <li>● Que el estómago se vaya hacia delante, por falta de tonificación muscular a nivel de la musculatura abdominal, porque provoca aumento de la curvatura lumbar y dorsal.</li> <li>● Mantener una posición de pie con los pies demasiado juntos porque se disminuye el espacio de equilibrio, lo que obliga a mantener un tono muscular excesivo para no caer.</li> </ul>
<b>Andando</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Procure mantener la espalda recta, la cabeza y el tórax erguido y coloque los hombros hacia atrás y abajo.</li> <li>● Si tiene que girar, debe hacerlo con el cuerpo entero, dando pasos.</li> <li>● Mantenga una velocidad cómoda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Andar encorvado o inclinarse hacia un lado.</li> <li>● Cuando haya que realizar un giro, evite hacerlo solamente con la cintura, ya que esto puede ocasionar lesiones en la zona lumbar.</li> <li>● Ir muy rápido.</li> </ul>

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b>	Código: PC
	<b>GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE POSTURA CORPORAL</b>	Versión: 01
		Página: 5 de 7

Postura	Pautas a seguir	Evitar
<b>Tirando o empujando objetos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empuje con un pie colocado delante del otro, para que el peso del cuerpo pase del pie posterior al anterior.</li> <li>• Mantenga los brazos flexionados y la barbilla retraída, exhalando el aire en el momento que se empuja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empujar la carga en una posición estática con los pies uno a la par del otro, muy abiertos, o muy cerrados.</li> <li>• Un sobre estiramiento de los brazos.</li> <li>• Tirar o empujar la carga con la fuerza de un brazo solamente.</li> </ul>

*Fuente: Fisiobahía, 2019 y Cifosal, 2008*

En el cuadro 3, se presentan recomendaciones para las zonas del cuerpo en las que se pueden desarrollar trastornos musculoesqueléticos derivados de actividades en el trabajo.

**Cuadro 3.** Recomendaciones de buenas prácticas posturales según zonas del cuerpo

Zona del cuerpo	Pautas a seguir
<b>Cuello</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evite posturas forzadas de la cabeza, como la cabeza girada, inclinada hacia atrás, adelante o hacia un lado.</li> <li>2. Evite mantener la cabeza en la misma posición durante largos periodos.</li> </ol>
<b>Hombros</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Evite posturas forzadas de los hombros, esfuerzo de miembros superiores sobre el nivel de hombros y mantener los brazos en una misma posición durante muchos minutos.</li> <li>4. Evite mantener los hombros en una misma posición durante mucho tiempo.</li> <li>5. Evite los movimientos repetitivos de hombros.</li> </ol>

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO</b>	Código: PC
	<b>GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE POSTURA CORPORAL</b>	Versión: 01
		Página: 6 de 7

Zona del cuerpo	Pautas a seguir
<b>Codos</b>	<p>6. Evite tareas donde se presente la flexión y extensión de codos con alta frecuencia o de forma repetitiva.</p> <p>7. Evite mantener el codo en suspensión durante un largo periodo o con posturas forzadas.</p>
<b>Muñecas</b>	<p>8. Evite tareas que requieran muchas flexiones, extensiones, movimientos repetitivos o alta frecuencia a nivel de muñeca-mano.</p>

#### Supervisoras de las líneas de producción

1. Estar atentas y observar a los trabajadores para analizar cómo se están realizando las prácticas posturales.
2. Si los colaboradores no están cumpliendo con las recomendaciones de la guía de las buenas prácticas posturales, deben reportarlo en el 'formulario de prácticas corporales inadecuadas'.
  - Observar durante 1 minuto al trabajador que está teniendo una postura inadecuada para asegurar que ésta es incorrecta.
  - Si la postura es inapropiada, solicitar un formulario en Recursos Humanos.
  - Completar los datos que solicita el formulario.
  - Devolver el formulario a Recursos Humanos.

#### Departamento de Recursos Humanos

1. Disponer del 'formulario de prácticas corporales inadecuadas' y proveerlo a las supervisoras de las líneas de producción cuando lo soliciten.
  1. Recibir y archivar el registro del formulario una vez completo.
  2. Si existen casos, entregar los registros del formulario al encargado de Salud Ocupacional.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS DE POSTURA CORPORAL</b>	Código: PC
		Versión: 01
		Página: 7 de 7

Encargado de Salud Ocupacional

1. Recibir los registros de los formularios y analizar lo encontrado.
2. Tomar las medidas de mejora de prácticas posturales para cada caso en específico (cuando hayan).
3. Firmar el recibido del registro del formulario.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO PRÁCTICAS CORPORALES INADECUADAS</b>		Código: CI
			Versión: 01
			Página: 1 de 1
<b>Nombre completo de la supervisora que reporta el caso:</b>			
<b>Nombre completo del trabajador que está realizando posturas corporales inadecuadas:</b>			
<b>Línea de producción donde trabaja el colaborador:</b>			
<b>Fecha de reporte del caso:</b>			
<i>Descripción de la actividad laboral</i>	<i>Descripción de la postura corporal incorrecta que realiza el trabajador</i>	<i>Foto de la postura corporal inadecuada (opcional)</i>	
<b>Fecha de revisión por el encargado de Salud Ocupacional:</b>			
<b>Firma del encargado de Salud Ocupacional:</b>			

### 3. Propuestas de controles ingenieriles para estrés térmico por calor

#### a. Propósito

Disminuir los niveles de temperatura causados por los hornos presentes en la planta donde se ubican las líneas de producción.

#### a. Alcance

Generar propuestas de control ingenieril que permitan la disminución de la temperatura ambiental del local donde se encuentran las líneas de producción y la extracción del exceso de calor de los hornos de las líneas 2, 7 y 8.

#### b. Meta

Para septiembre del año 2022, por medio de las alternativas propuestas, que los índices de estrés térmico por calor (TGBH) no superen el valor límites permisible de 26 °C para una carga de trabajo pesada.

#### c. Responsabilidades

- Gerente General:
  - Aprobar la implementación y el presupuesto del control elegido.
  - Mantenerse informado sobre los cambios y mejoras que el encargado de Salud Ocupacional decida implementar en el programa.
- Encargado de Salud Ocupacional:
  - Aplicar el control ingenieril escogido y evaluar su eficacia por medio de las evaluaciones de seguimiento.
- Encargado de Mantenimiento:
  - Proveer mantenimiento preventivo y correctivo al control ingenieril seleccionado.
  - Seguir las instrucciones del encargado de Salud Ocupacional.
- Departamento de Planeación:
  - Solicitar los materiales necesarios para llevar a cabo la propuesta de control.
- Departamento de Finanzas:
  - Aprobar el presupuesto del programa en conjunto con el Gerente General.

- Presentar las facturas al Gerente General de las compras realizadas para la implementación del programa.

A continuación, se presenta un resumen de las alternativas de control ingenieril asociada a estrés térmico por calor:

- a. Sistema de ventilación natural con monitor en el techo, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8.
- b. Sistema de ventilación natural con instalación de cielorraso, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8.
- c. Sistema de ventilación natural con instalación de cielorraso y monitor en el techo, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8.

### **3.1. Alternativa 1: Sistema de ventilación natural con monitor en el techo, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8**

#### *3.1.1. Características del diseño*

La presente alternativa consiste en implementar un sistema de ventilación natural, el cual radica en generar aberturas en las paredes este y oeste del local donde se encuentran las líneas de producción. Este sistema también cuenta con un monitor de ventilación (18,6 m largo x 6 m ancho x 4,34 m alto) ubicado sobre el techo, el cual permite la salida del aire caliente.

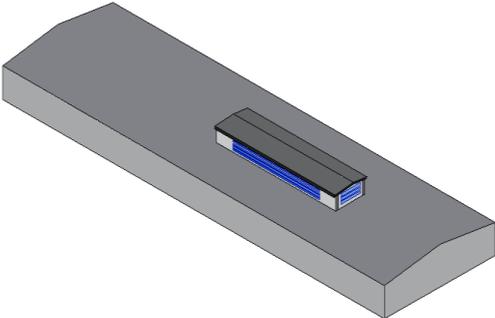
Por otro lado, al horno de la línea de producción 2 se le colocará un revestimiento de fibra cerámica para reducir el calor que emana de este equipo. Asimismo, se le colocará a cada uno de los hornos de las líneas 7 y 8 una campana de extracción localizada que estará conectada directamente al techo, las cuales permitirán la salida del exceso de aire caliente que los hornos puedan acumular.

Finalmente, a todos los hornos se les instalarán cortinas de fibra cerámica en las entradas y salidas de estos.

### 3.1.2. Características

En el siguiente cuadro se indican las características de los componentes de la alternativa 1.

**Cuadro 22.** Características de los componentes de la alternativa 1

Componentes	Características	Descripción	
Rejillas del sistema de ventilación natural <sup>1</sup>	Ilustración		
	Proveedor/Marca	Vidrios Tres Américas	
	Dimensiones	1,5 m (alto) x 3 m (ancho)	
	Espaciado entre lamas	77 mm	
	Capacidad de ventilación	45 %	
	Material	Aluminio	
	Ubicación	Paredes este y oeste del local	
	Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante una vez por semana	
	Cantidad por adquirir	11	
	Costo con IVA (€)	Producción por unidad	25 000
Mano de obra		120 000	
Costo total de las 11 unidades		395 000	
Monitor en cubierta del sistema de ventilación natural <sup>2</sup>	Ilustración		

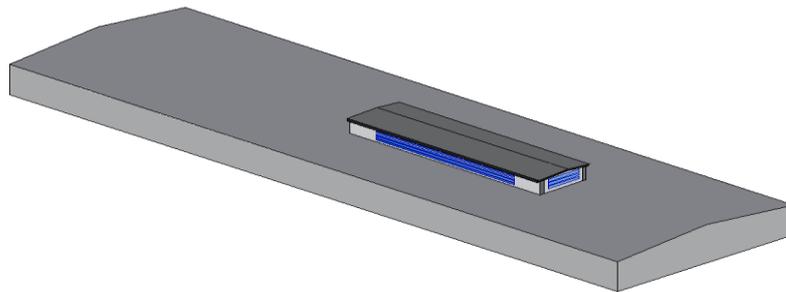
	Proveedor/Marca	Remodelaciones López		
	Dimensiones monitor	18,6 m (largo) x 6 m (ancho) x 4,34 m (alto)		
	Materiales monitor	Hierro galvanizado y zinc esmaltado estructural		
	Ubicación monitor	Central, a 18,6 m de la fachada norte del local		
	Dimensiones aberturas monitor	16 m (largo) x 0,5 m (ancho)		
	Espaciado entre rejillas	0,2 m		
	Ubicación aberturas monitor	Paredes norte, sur, este y oeste del monitor		
	Cantidad	14		
	Costo con IVA (€)	Monitor en cubierta	492 000	
		Mano de obra	500 000	
Costo total		992 000		
Revestimiento en el horno de la línea 2 y cortinas aislantes en hornos 2, 7 y 8 <sup>3</sup>	Ilustración			
	Proveedor/Marca	Manejo de Cargas y Fluidos		
	Material	Fibra cerámica		
	Aplicación	Revestimiento de hornos industriales y protección contra incendios		
	Densidad	96 kg/m <sup>3</sup>		
	Espesor	22 mm		
	Tamaño rollo	7320 mm (largo) x 610 mm (ancho)		
	Dimensiones revestimiento horno 2	4,4 m (largo) x 1 m (ancho) x 1 m (alto)		
	Ubicación	Horno de la línea de producción 2		
	Dimensiones cortinas horno 2	0,7 m (largo) x 0,7 m (ancho)		

	Ubicación	Entrada y salida del horno de la línea 2		
	Dimensiones cortinas hornos 7 y 8	58 cm (largo) x 42 cm (ancho)		
	Ubicación	Entrada y salida de los hornos de las líneas 7 y 8		
	Cantidad de cortinas por horno	2		
	Cantidad de rollos	2		
	Costo con IVA (€)	Por unidad	174 720	
		Mano de obra	60 000	
Costo total		409 441		
Campana del sistema de extracción localizada <sup>4</sup>	Ilustración			
	Proveedor/Marca	Equipos REINOX		
	Dimensiones campana	0,7 m (largo) x 0,4 m (ancho) x 0,4 m (alto)		
	Dimensiones ducto	100 mm (diámetro) y 5 m (alto)		
	Material	Acero inoxidable		
	Caudal	133,2 m <sup>3</sup> /h		
	Velocidad en ducto	5 m/s		
	Ubicación	Sobre la salida de los hornos 7 y 8, a 0,2 m de altura de los hornos		
	Cantidad	2 campanas de extracción (una para cada horno)		
	Costo con IVA (€)	Campana, ducto y extractor	130 000	
		Mano de obra	125 000	
Costo total		255 000		

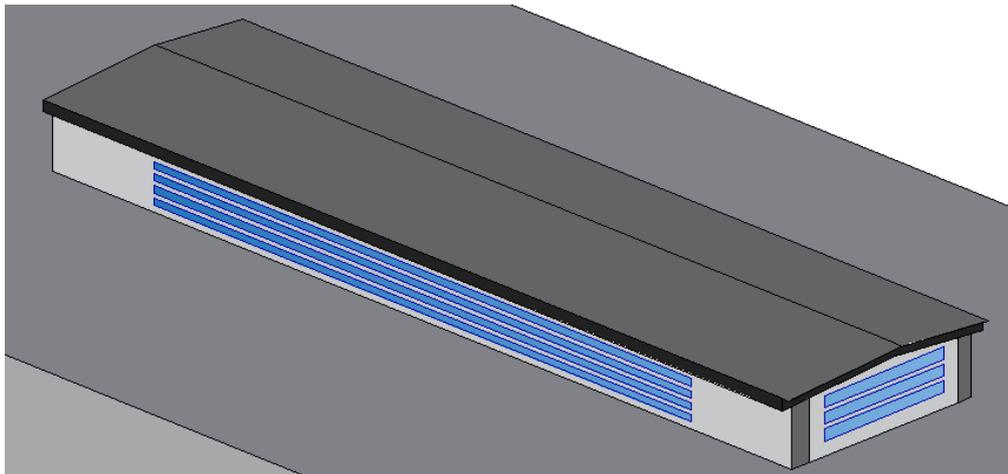
Fuente: (1) Vidrios Tres Américas, 2021; (2) Remodelaciones López, 2021; (3) Manejo de Cargas y Fluidos, 2021; (4) Equipos REINOX, 2021

### 3.1.3. Diseño

El diseño del sistema de ventilación natural consiste en colocar un monitor en la cubierta del techo del local del área de producción de HMA Maquilas S.A (ver figura 5), para permitir la salida del aire caliente del local, el cual subirá hacia el techo por ser menos denso que el aire frío.



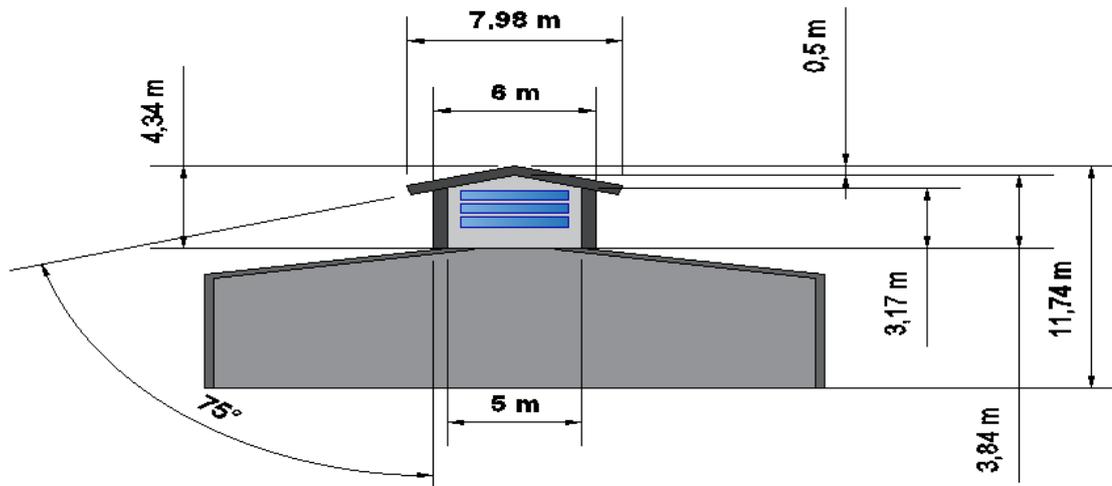
(A) Vista en 3D del monitor en cubierta



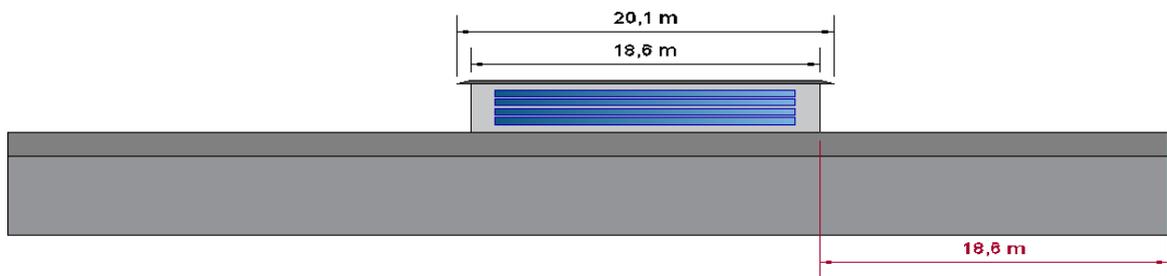
(B) Detalle del monitor

Figura 5. Diseño del monitor en cubierta

Las dimensiones frontales y laterales de la estructura se pueden observar en la figura 6.



(A) Dimensiones del monitor en cubierta en vista frontal

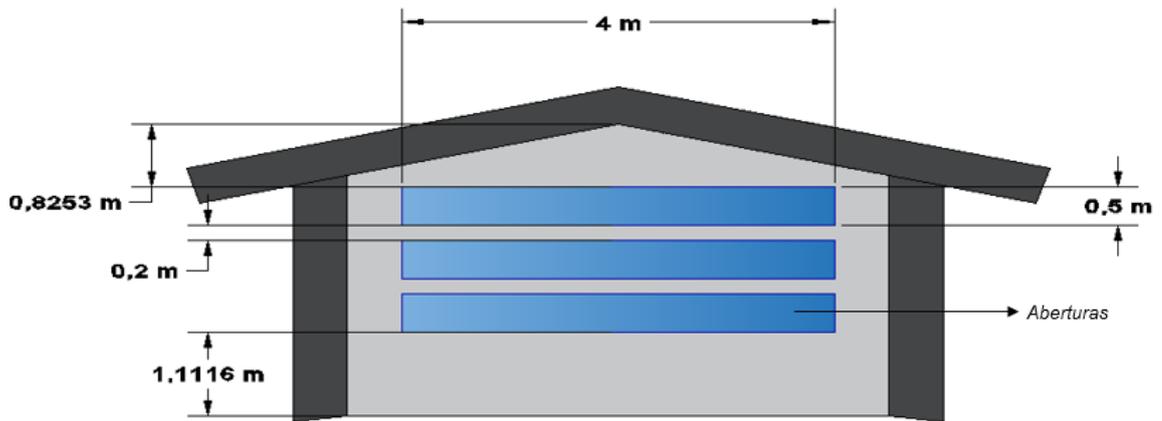


(B) Dimensiones del monitor en cubierta en vista lateral

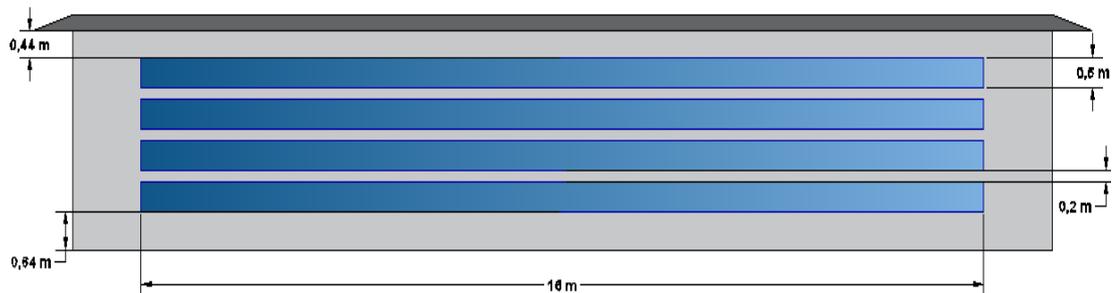
Figura 6. Dimensiones del monitor en cubierta

Cabe mencionar que la cota en color rojo (del lado inferior derecho) de la figura 6(B), representa la distancia que se recorre sobre el techo (18,6 m) desde la cara frontal del edificio hasta el inicio del monitor.

Una vez que el aire ingresa en la cabina, saldrá por las aberturas laterales, frontales y traseras que tienen las paredes. En la figura 7 se muestran las dimensiones de las rendijas.



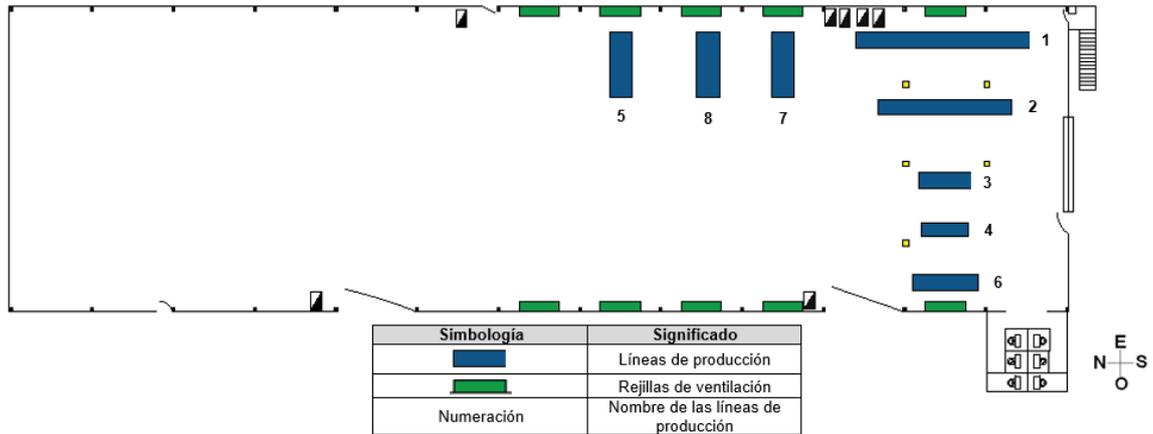
(A) Dimensiones de las aberturas en las paredes del monitor en cubierta en vista frontal



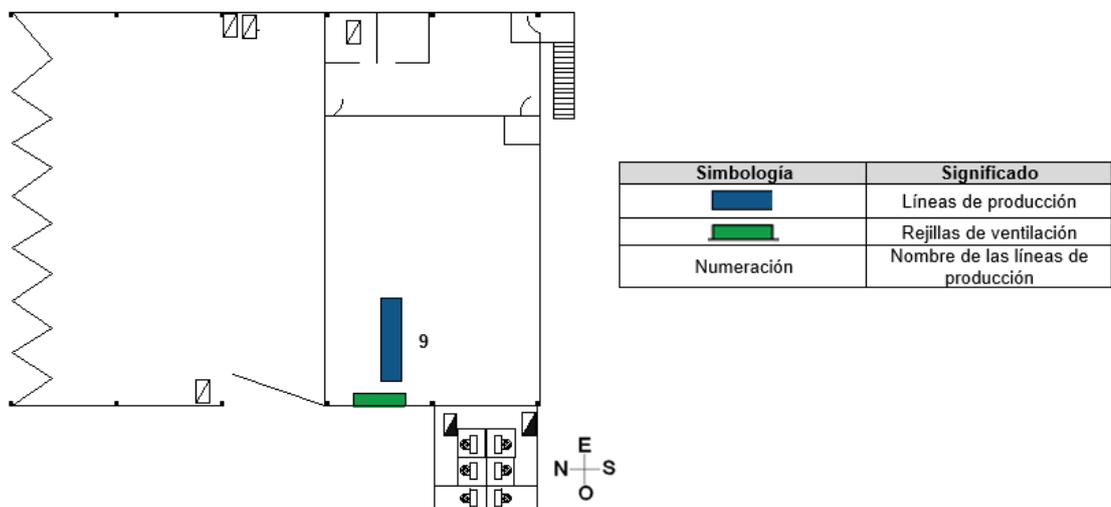
(B) Dimensiones de las aberturas en las paredes del monitor en cubierta en vista lateral

Figura 7. Dimensiones de las aberturas del monitor en cubierta

Aunado a este sistema, se deben hacer aberturas en las paredes este y oeste del local donde se encuentran las líneas de producción, para permitir el ingreso de la ventilación natural. Al observar la figura 8 se puede conocer la ubicación de cada una de las paredes del recinto, los recuadros azules representan las líneas de producción donde laboran los colaboradores y los cuadros verdes son la posición donde se colocarán las rejillas. Es importante mencionar que, en el caso de la planta alta, la rejilla se posiciona en la pared oeste porque la pared este colinda con las oficinas administrativas, por lo que no existe paso de ventilación natural en la pared este del segundo piso.



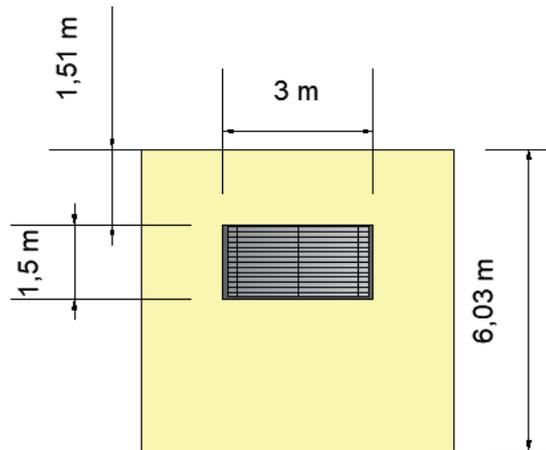
(A) Vista frontal de la planta baja



(B) Vista frontal de la planta alta

Figura 8. Ubicación de las rejillas de ventilación en el local de producción

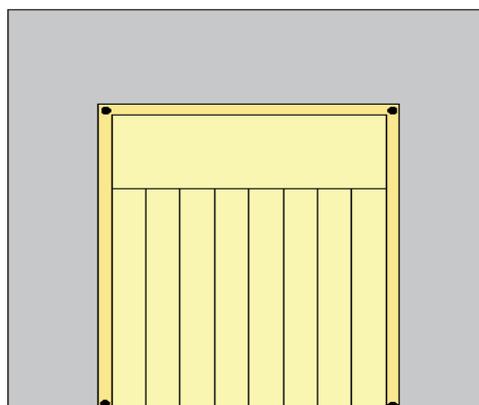
En dichos agujeros se colocarán las rejillas (ver figura 9), donde cada una de ellas tiene una capacidad de ventilación del 45 %, permitiendo así mejorar las condiciones de sensación térmica del local al reducir la temperatura ambiental interna. Es importante mencionar que las rejillas se colocan centradas entre las columnas del local (las cuales se encuentran a 6,20 metros cada una), por lo que entre dos columnas únicamente existirá una rejilla y ésta se colocará a una altura de 4,52 metros desde el nivel del piso. Además, las dimensiones de la rejilla son de 3 metros de largo y 1,5 metros de alto.



*Figura 9. Vista frontal de una rejilla de ventilación empotrada en pared*

Por otra parte, se utilizará una manta de fibra de cerámica para cubrir el horno 01HMPL de la línea de producción 2, la cual funciona como aislante térmico y ayuda a que la máquina no emane exceso de calor por sus costados. Para esto, se necesitan 4,4 metros de largo, 1 metro de ancho y 1,1 metro de alto. Adicional a este revestimiento, se necesitan dos cortinas del mismo material (para la entrada y la salida de la máquina), las cuales deben ser de 0,7 metros de largo y 0,7 metros de ancho.

Para los hornos de las líneas 7 y 8, como poseen las mismas dimensiones, se necesitarán dos cortinas de 58 centímetros de largo y 42 centímetros de ancho para cada uno. Estas cortinas no interferirán con el ingreso y la salida de los productos con los que se trabaja y se controlará el calor que se desprende por estas aberturas. En la figura 10 se observa el montaje de las cortinas en el horno.

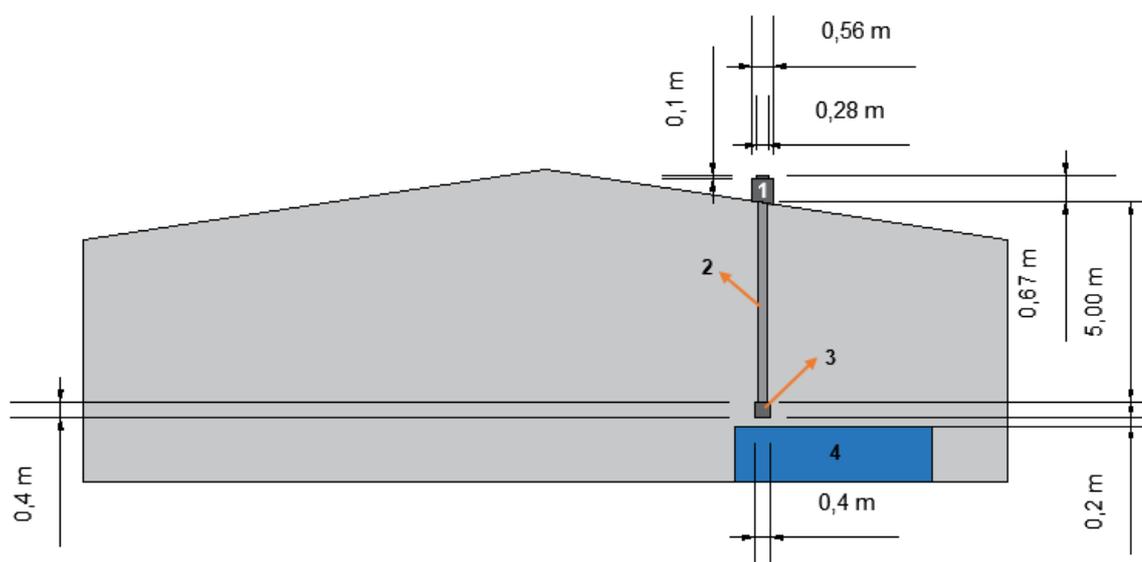


*Figura 10. Vista frontal de la cortina colocada en un horno*

Finalmente, se realizaron cálculos para determinar la velocidad que debe tener el ducto (5 m/s), que conecta la campana con el extractor, y el caudal (0,037 m<sup>3</sup>/s) para conocer los requerimientos mínimos que necesita el sistema para extraer el aire caliente acumulado que emanan los hornos. Con estos datos, se pudo calcular el diámetro mínimo (100 mm) del conducto y de esta manera, seleccionar el sistema de extracción localizada que mejor se adapta a las condiciones de los hornos 7 y 8. Es importante mencionar que, para los cálculos mencionados anteriormente, se tomó en cuenta las condiciones estándar de la densidad del aire (1,2 kg/m<sup>3</sup>), con el propósito de mantener un factor de seguridad.

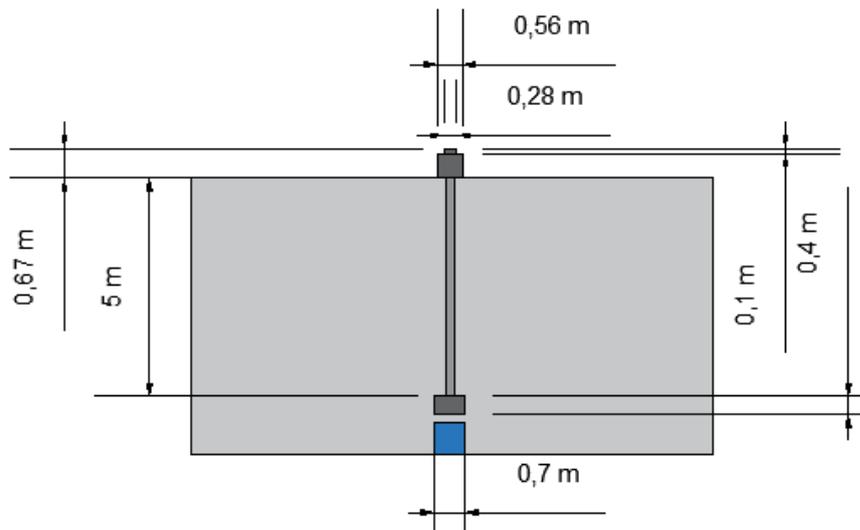
Los cálculos del sistema de extracción se pueden observar detalladamente en el apéndice 23. Cabe mencionar que los cálculos y las dimensiones para el horno 7, son iguales a las del horno 8. Además, estos cálculos también aplican para las alternativas 2 y 3 en el componente del sistema de extracción localizada.

A continuación, se presenta la figura 11 del sistema de extracción localizada para el horno 7.



Simbología	Significado
1	Extractor
2	Ducto de ventilación
3	Campana de extracción
4	Línea de producción 7 donde se encuentra el horno 01HMTF

(A) Vista lateral de la campana de extracción



(B) Vista frontal de la campana de extracción

Figura 11. Dimensiones de la campana de extracción

### 3.2. Alternativa 2: Sistema de ventilación natural con instalación de cielorraso, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8

#### 3.2.1. Características del diseño

Similar a la alternativa anterior, ésta consiste en implementar un sistema de ventilación natural; sin embargo, éste contará con aberturas en la pared este (para proporcionar la entrada del aire) y se contará con extractores mecánicos en la pared oeste (salida del aire) del local donde están las líneas de producción. A diferencia de la alternativa 1, en esta propuesta se instalará cielorraso de gypsum en el área de producción, debido a que el techo del local actualmente cuenta únicamente con láminas de zinc.

Además, se colocará un revestimiento de fibra cerámica en el horno de la línea 2 para reducir el calor que este genera, y para los hornos de las líneas 7 y 8, se dispondrá de una campana de extracción localizada para cada uno, la cual estará conectada directamente al techo y estas permitirán la salida del exceso de aire caliente que los hornos puedan acumular. Adicionalmente, a todos los hornos se les colocarán cortinas de fibra cerámica en las entradas y salidas de estos.

### 3.2.2. Características

En el siguiente cuadro se indican las características de los componentes de la alternativa 2.

**Cuadro 23. Características de los componentes de la alternativa 2**

Componentes	Características	Descripción	
Instalación de cielorraso <sup>1</sup>	Ilustración		
	Proveedor/Marca	Remodelaciones López	
	Dimensiones cielorraso	31 m (largo) x 23 m (ancho)	
	Dimensiones material	2,44 m (largo) x 1,22 m (ancho)	
	Material	Gypsum	
	Ubicación	Parte del techo del local	
	Cantidad por adquirir	247	
	Costo con IVA (€)	Producción por unidad	5 395
Mano de obra		400 000	
Costo total de las 247 unidades		1 732 565	
Rejillas del sistema de ventilación natural <sup>2</sup>	Ilustración		
	Proveedor/Marca	Vidrios Tres Américas	
	Dimensiones	1,5 m (alto) x 3 m (ancho)	
	Espaciado entre lamas	77 mm	
	Capacidad de ventilación	45 %	
	Material	Aluminio	
	Ubicación	Paredes este y oeste del local	

	Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante una vez por semana	
	Cantidad por adquirir	5	
	Costo con IVA (€)	Producción por unidad	25 000
		Mano de obra	120 000
Costo total de las 5 unidades		245 000	
Extractores del sistema de ventilación natural <sup>3</sup>	Ilustración		
	Proveedor/Marca	Ferretería Novex	
	Dimensiones	35,56,6 cm (largo) x 35,56 cm (ancho)	
	Material	Lámina de acero recubierto con pintura electrostática	
	Caudal	1800 m <sup>3</sup> /h	
	Consumo	70 W	
	Ruido	65 dB	
	Ubicación	Pared oeste del local	
	Cantidad	6	
	Costo con IVA (€)	Por unidad	113 900
		Mano de obra	155 000
Costo total		838 400	

Revestimiento en el horno de la línea 2 y cortinas aislantes en hornos 2, 7 y 8 <sup>4</sup>	Ilustración		
	Proveedor/Marca	Manejo de Cargas y Fluidos	
	Material	Fibra cerámica	
	Aplicación	Revestimiento de hornos industriales y protección contra incendios	
	Densidad	96 kg/m <sup>3</sup>	
	Espesor	22 mm	
	Tamaño rollo	7320 mm (largo) x 610 mm (ancho)	
	Dimensiones revestimiento horno 2	4,4 m (largo) x 1 m (ancho) x 1 m (alto)	
	Ubicación	Horno de la línea de producción 2	
	Dimensiones cortinas horno 2	0,7 m (largo) x 0,7 m (ancho)	
	Ubicación	Entrada y salida del horno de la línea 2	
	Dimensiones cortinas hornos 7 y 8	58 cm (largo) x 42 cm (ancho)	
	Ubicación	Entrada y salida de los hornos de las líneas 7 y 8	
	Cantidad de cortinas por horno	2	
	Cantidad de rollos	2	
	Costo con IVA (€)	Por unidad	174 720
		Mano de obra	60 000
		Costo total	409 441

Campana del sistema de extracción localizada <sup>5</sup>	Ilustración		
	Proveedor/Marca	Equipos REINOX	
	Dimensiones campana	0,7 m (largo) x 0,4 m (ancho) x 0,4 m (alto)	
	Dimensiones ducto	100 mm (diámetro) y 5 m (alto)	
	Material	Acero inoxidable	
	Caudal	133,2 m <sup>3</sup> /h	
	Velocidad en ducto	5 m/s	
	Ubicación	Sobre la salida de los hornos 7 y 8, a 0,2 m de altura de los hornos	
	Cantidad	2 campanas de extracción (una para cada horno)	
	Costo con IVA (€)	Campana, ducto y extractor	130 000
		Mano de obra	125 000
Costo total		255 000	

Fuente: (1) Remodelaciones López, 2021; (2) Vidrios Tres Américas, 2021; (3) Ferretería Novex, 2021; (4) Manejo de Cargas y Fluidos, 2021; (5) Equipos REINOX, 2021

### 3.2.3. Diseño

Para este diseño se propone un cielorraso de 31 metros de largo y 23 metros de ancho sobre el área de producción donde se encuentran los hornos en la planta baja debido a que el techo de toda la planta es únicamente de láminas de zinc, material que es buen conductor de calor y electricidad, por lo que una capa de gypsum ayudaría a reducir la temperatura interna del local. La figura 12 representa los materiales del techo, donde el color gris son las láminas de zinc y el patrón en forma de “L” de dicha figura representa la nueva capa de cielorraso que va por debajo del zinc.

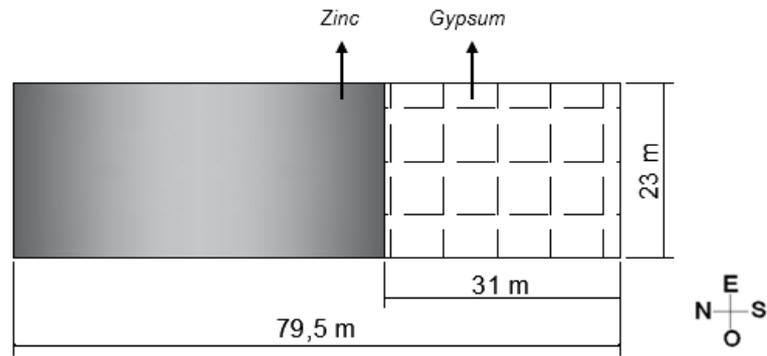
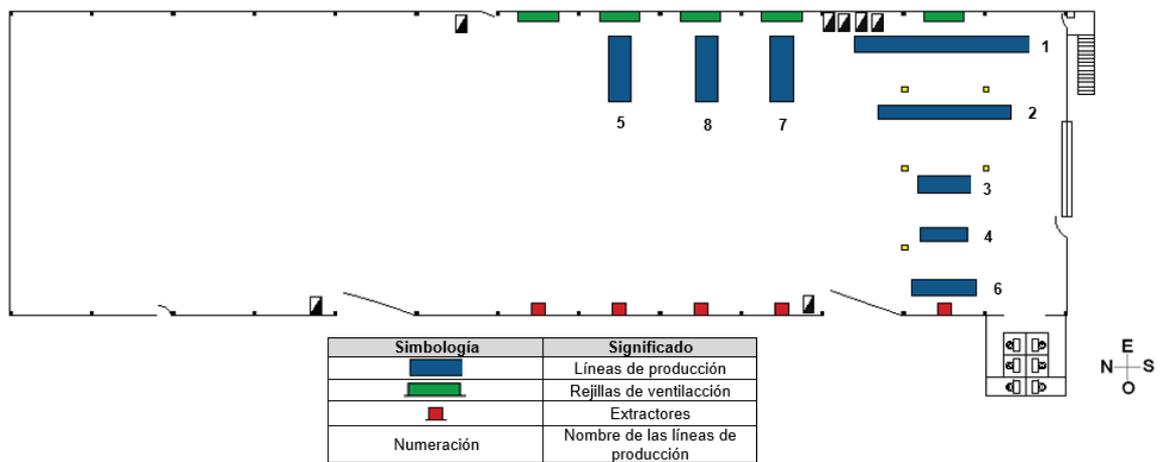


Figura 12. Vista superior de los materiales del techo del local con sus puntos cardinales

Aunado a este componente, se deben hacer aberturas en las paredes este y oeste del local donde se encuentran las líneas de producción, para permitir el ingreso y la salida de la ventilación natural. Al observar la figura 13 se puede conocer la ubicación de cada una de las paredes del recinto. De dichas figuras, los recuadros azules representan las líneas de producción donde laboran los colaboradores, los cuadros verdes son la posición donde se colocarán las rejillas y los cuadrados rojos son los extractores.



(A) Vista frontal de la planta baja

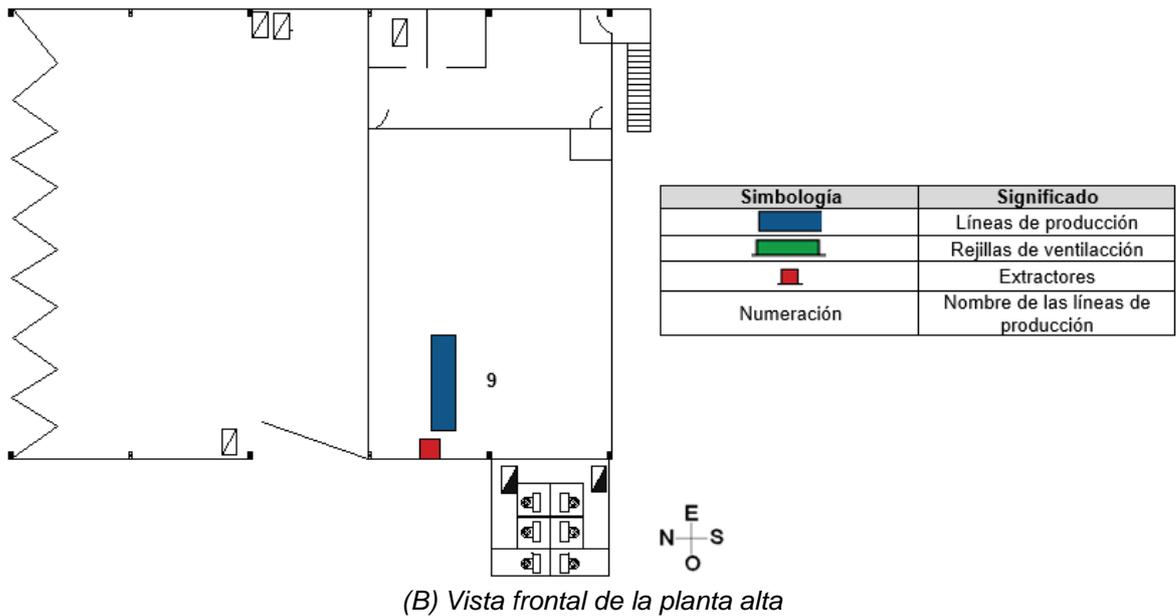


Figura 13. Ubicación de rejillas y extractores del sistema de ventilación natural

En 5 de los 11 agujeros se colocan rejillas (ver figura 14), donde cada una de ellas tiene una capacidad de ventilación del 45 %, permitiendo así mejorar las condiciones de sensación térmica del local al reducir la temperatura ambiental interna. Es importante mencionar que las rejillas se colocan centradas entre las columnas del local (las cuales se encuentran a 6,20 m cada una), por lo que entre dos columnas únicamente existirá una rejilla y esta se coloca a una altura de 4,52 m desde el nivel del suelo. Además, las dimensiones de la rejilla son de 3 m de largo y 1,5 m de alto.

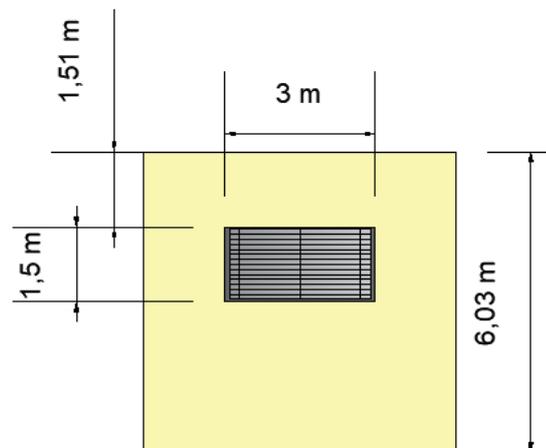


Figura 14. Vista frontal de una rejilla de ventilación empotrada en pared

En las seis aberturas restantes, se pondrán extractores mecánicos, los cuales no dependen de la ventilación natural para funcionar, y al ser axiales, son más potentes y capaces de mover masas de aire de mayor tamaño. Estos extractores se colocan centrados entre las columnas del local, siguiendo el mismo patrón que las rejillas de ventilación, por lo que entre dos columnas únicamente existirá un extractor y este se ubica a una altura de 4,52 m desde el suelo. Además, las dimensiones de este equipo son de 35,56 cm de largo y 35,56 cm de alto (ver figura 15). Como las dimensiones del extractor son relativamente pequeñas en comparación con la pared del local, en la misma figura se ve un acercamiento de este equipo.

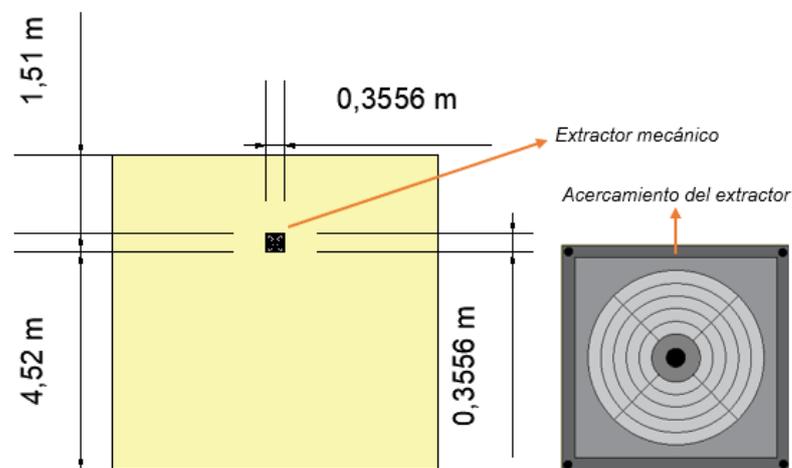


Figura 15. Vista frontal y acercamiento del extractor empotrado en pared

Por otra parte, se utilizará una manta de fibra de cerámica para cubrir el horno 01HMPL de la línea de producción 2, la cual funciona como aislante térmico y ayuda a que la máquina no emane exceso de calor por sus costados. Para esto, se necesitan 4,4 m de largo, 1 m de ancho y 1,1 m de alto. Adicional a este revestimiento, se necesitan dos cortinas del mismo material (para la entrada y la salida de la máquina), las cuales deben ser de 0,7 m de largo y 0,7 m de ancho.

Para los hornos de las líneas 7 y 8, como poseen las mismas dimensiones, se necesitarán dos cortinas de 58 cm de largo y 42 cm de ancho para cada uno, las cuales no interferirán con el ingreso y la salida de los productos con los que se trabaja y se controlará el calor que se desprende por estas aberturas. En la figura 16 se observa el diseño de las cortinas montado en el horno.

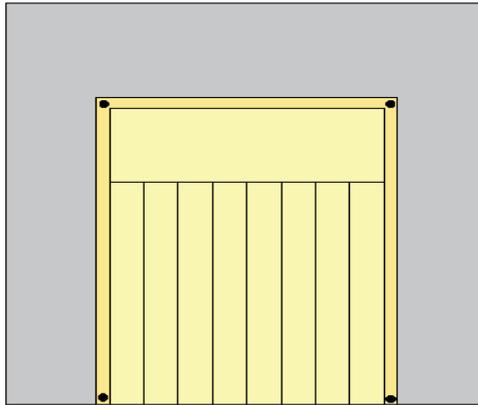
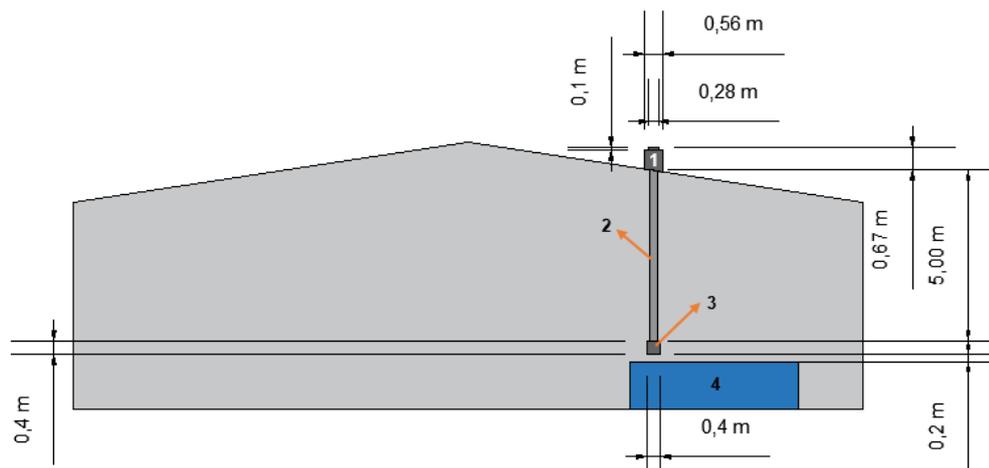


Figura 16. Vista frontal de la cortina colocada en un horno

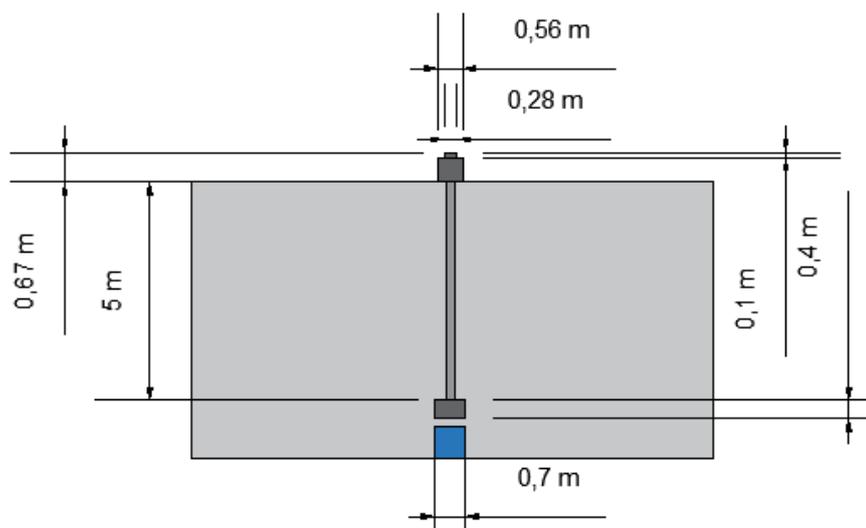
Finalmente, se realizaron cálculos para determinar la velocidad del ducto (5 m/s), que conecta la campana con el extractor, y el caudal (0,037 m<sup>3</sup>/s) para conocer los requerimientos mínimos que necesita el sistema para extraer el aire caliente acumulado que emanan los hornos. Con estos datos, se pudo calcular el diámetro mínimo (100 mm) del conducto y de esta manera, seleccionar el sistema de extracción localizada que mejor se adapta a las condiciones de los hornos 7 y 8.

Seguidamente, se presenta la figura 17 del sistema de extracción localizada para el horno 7 con sus dimensiones en metros.



Simbología	Significado
1	Extractor
2	Ducto de ventilación
3	Campana de extracción
4	Línea de producción 7 donde se encuentra el horno 01HMTF

(A) Vista lateral de la campana de extracción



(B) Vista frontal de la campana de extracción

Figura 17. Dimensiones de la campana de extracción

### 3.3. Alternativa 3: Sistema de ventilación natural con instalación de cielorraso y monitor en el techo, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8

#### 3.3.1. Características del diseño

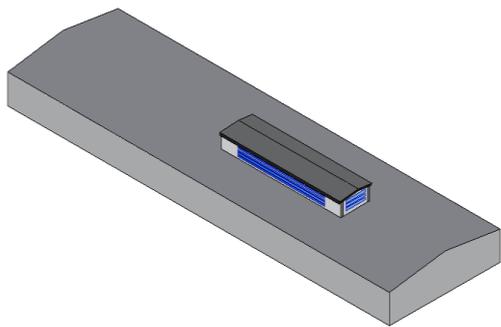
Esta propuesta pretende implementar un sistema de ventilación natural con aberturas en las paredes este y oeste del local (para permitir la entrada del aire) y contará con un monitor de ventilación ubicado sobre el techo, el cual permite la salida del aire caliente. Aunado a esto, se instalará cielorraso de gypsum en el área de producción, debido a que el techo del local únicamente está diseñado por láminas de zinc.

También se empleará un revestimiento de fibra de cerámica en el horno de la línea 2 para reducir el calor que este genera, y para los hornos de las líneas 7 y 8, se dispondrá de una campana de extracción localizada para cada uno, la cual estará conectada directamente al techo y estas permitirán la salida del exceso de aire caliente de los hornos. Cabe destacar que todos los hornos contarán con cortinas de fibra de cerámica en las entradas y salidas de estos.

### 3.3.2. Características

En el siguiente cuadro se indican las características de los componentes de la alternativa 3.

**Cuadro 24.** Características de los componentes de la alternativa 3

Componentes	Características	Descripción	
Monitor en cubierta del sistema de ventilación natural <sup>1</sup>	Ilustración		
	Proveedor/Marca	Remodelaciones López	
	Dimensiones monitor	18,6 m (largo) x 6 m (ancho) x 4,34 m (alto)	
	Materiales monitor	Hierro galvanizado y zinc esmaltado estructural	
	Ubicación monitor	Central, a 18,6 m de la fachada norte del local	
	Dimensiones aberturas monitor	16 m (largo) x 0,5 m (ancho)	
	Espaciado entre rejillas	0,2 m	
	Ubicación aberturas monitor	Paredes norte, sur, este y oeste del monitor	
	Cantidad	14	
	Costo con IVA (€)	Monitor en cubierta	492 000
		Mano de obra	500 000
Costo total		992 000	
Instalación de cielorraso <sup>2</sup>	Ilustración		
	Proveedor/Marca	Remodelaciones López	
	Dimensiones cielorraso	12,14 m (largo) x 17 m (ancho)	

	Dimensiones material	2,44 m (largo) x 1,22 m (ancho)	
	Material	Gypsum	
	Ubicación	Parte del techo del local	
	Cantidad por adquirir	65	
	Costo con IVA (₡)	Producción por unidad	5 395
Mano de obra		200 000	
Costo total de las 65 unidades		550 675	
Rejillas del sistema de ventilación natural <sup>3</sup>	Ilustración		
	Proveedor/Marca	Vidrios Tres Américas	
	Dimensiones	1,5 m (alto) x 3 m (ancho)	
	Espaciado entre lamas	77 mm	
	Capacidad de ventilación	45 %	
	Material	Aluminio	
	Ubicación	Paredes este y oeste del local	
	Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante una vez por semana	
	Cantidad por adquirir	11	
	Costo con IVA (₡)	Producción por unidad	25 000
Mano de obra		120 000	
Costo total de las 11 unidades		395 000	
Revestimiento en el horno de la línea 2 y cortinas aislantes en hornos 2, 7 y 8 <sup>4</sup>	Ilustración		

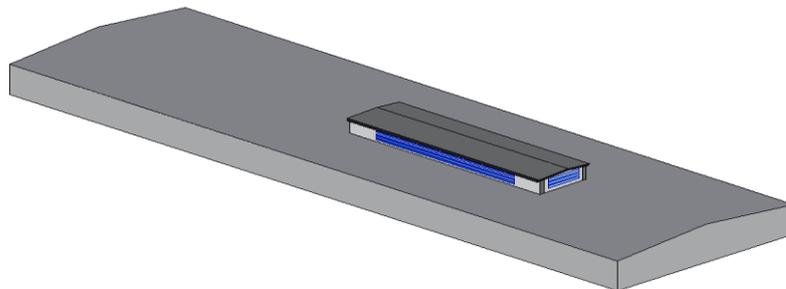
	Proveedor/Marca	Manejo de Cargas y Fluidos	
	Material	Fibra cerámica	
	Aplicación	Revestimiento de hornos industriales y protección contra incendios	
	Densidad	96 kg/m <sup>3</sup>	
	Espesor	22 mm	
	Tamaño rollo	7320 mm (largo) x 610 mm (ancho)	
	Dimensiones revestimiento horno 2	4,4 m (largo) x 1 m (ancho) x 1 m (alto)	
	Ubicación	Horno de la línea de producción 2	
	Dimensiones cortinas horno 2	0,7 m (largo) x 0,7 m (ancho)	
	Ubicación	Entrada y salida del horno de la línea 2	
	Dimensiones cortinas hornos 7 y 8	58 cm (largo) x 42 cm (ancho)	
	Ubicación	Entrada y salida de los hornos de las líneas 7 y 8	
	Cantidad de cortinas por horno	2	
	Cantidad de rollos	2	
	Costo con IVA (€)	Por unidad	174 720
		Mano de obra	60 000
Costo total		409 441	
Campana del sistema de extracción localizada <sup>5</sup>	Ilustración		
	Proveedor/Marca	Equipos REINOX	
	Dimensiones campana	0,7 m (largo) x 0,4 m (ancho) x 0,4 m (alto)	
	Dimensiones ducto	100 mm (diámetro) y 5 m (alto)	

	Material	Acero inoxidable	
	Caudal	133,2 m <sup>3</sup> /h	
	Velocidad en ducto	5 m/s	
	Ubicación	Sobre la salida de los hornos 7 y 8, a 0,2 m de altura de los hornos	
	Cantidad	2 campanas de extracción (una para cada horno)	
	Costo con IVA (€)	Campana, ducto y extractor	130 000
		Mano de obra	125 000
		Costo total	255 000

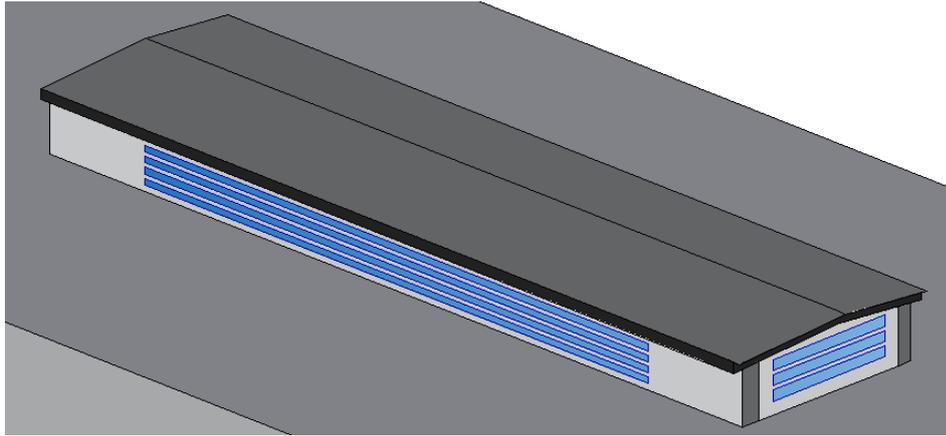
Fuente: (1, 2) Remodelaciones López, 2021; (3) Vidrios Tres Américas, 2021; (4) Manejo de Cargas y Fluidos, 2021; (5) Equipos REINOX, 2021

### 3.3.3. Diseño

El diseño del sistema de ventilación natural consiste en colocar un monitor en la cubierta del techo del local del área de producción de HMA Maquilas S.A (ver figura 18), para permitir la salida del aire caliente del local, el cual subirá hacia el techo por ser menos denso que el aire frío.



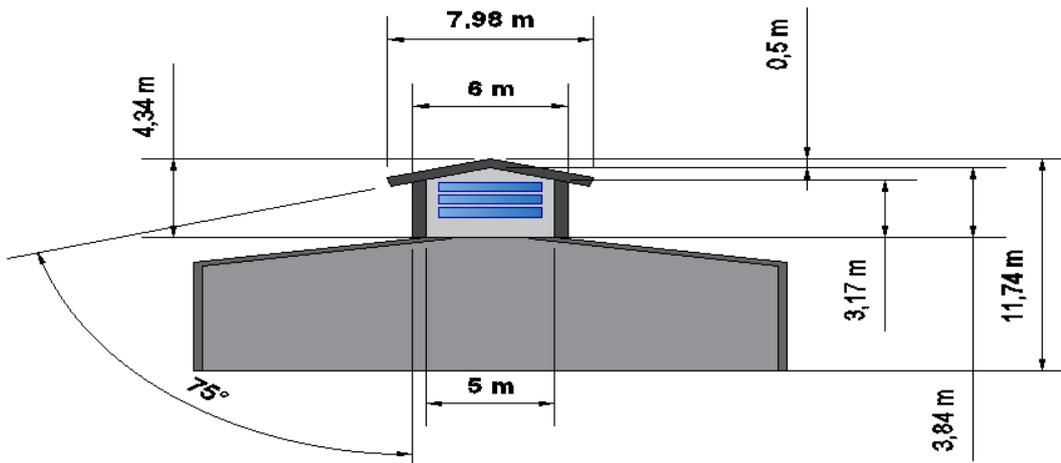
(A) Vista en 3D del monitor en cubierta



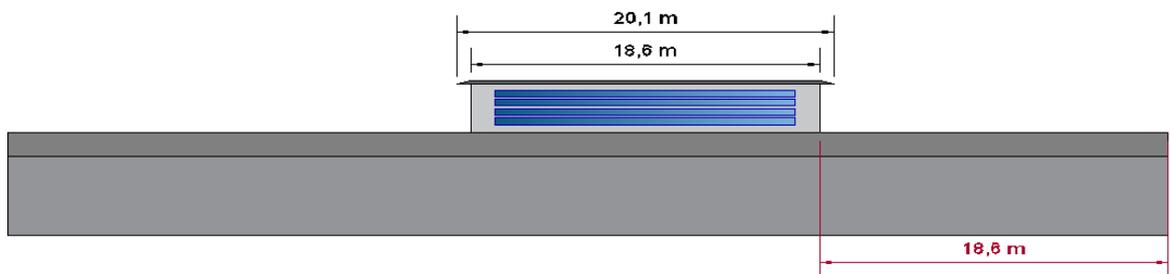
(B) Detalle del monitor

Figura 18. Diseño del monitor en cubierta

Las dimensiones frontales y laterales de la estructura se pueden observar en la figura 19.



(A) Dimensiones del monitor en cubierta en vista frontal

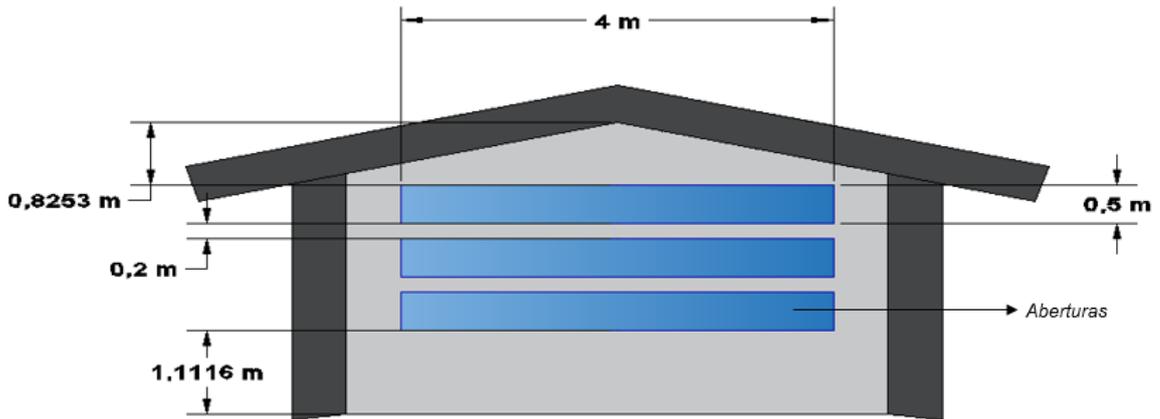


(B) Dimensiones del monitor en cubierta en vista lateral

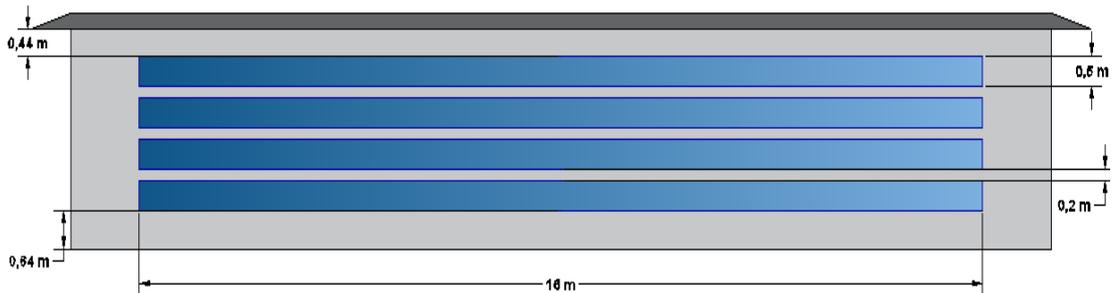
Figura 19. Dimensiones del monitor en cubierta

Cabe mencionar que la cota en color rojo (del lado inferior derecho) de la figura 19(B), representa la distancia que se recorre sobre el techo (18,6 metros) desde la cara frontal del edificio hasta el inicio del monitor.

Una vez que el aire ingresa en la cabina, saldrá por las aberturas que tienen las paredes. En la figura 20 se muestran las dimensiones de las rendijas.



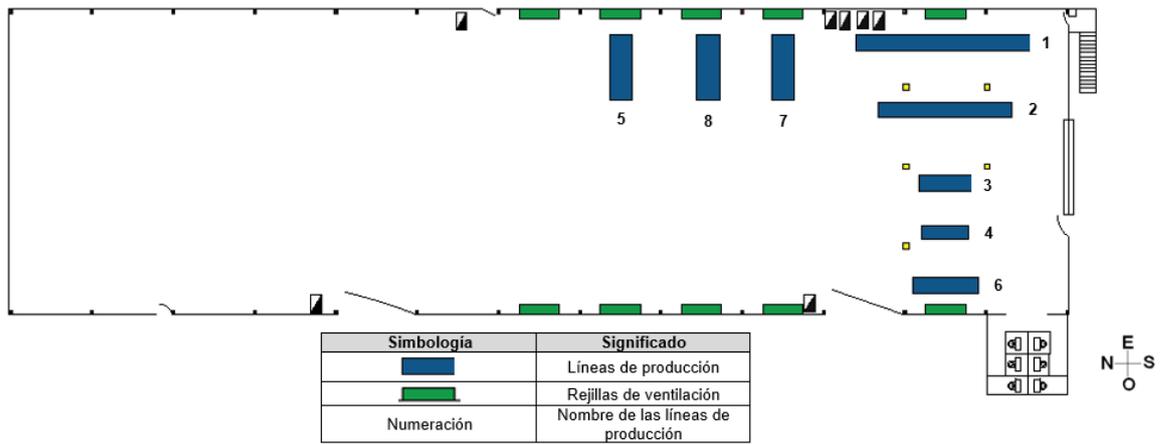
(A) Dimensiones de las aberturas en las paredes del monitor en cubierta en vista frontal



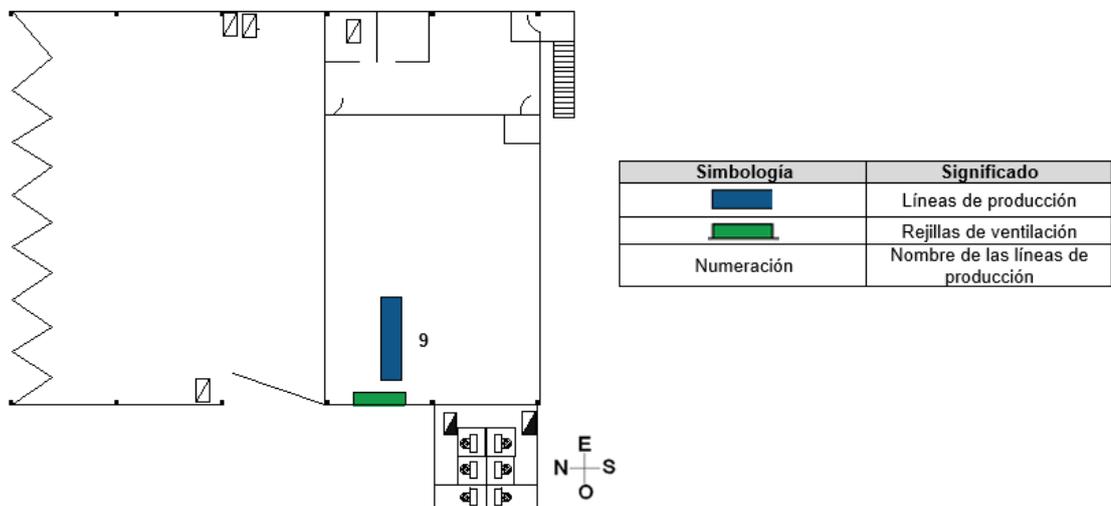
(B) Dimensiones de las aberturas en las paredes del monitor en cubierta en vista lateral

Figura 20. Dimensiones de las aberturas del monitor en cubierta

Aunado a este sistema, se deben hacer aberturas en las paredes este y oeste del local donde se encuentran las líneas de producción, para permitir el ingreso de la ventilación natural. Al observar la figura 21 se puede conocer la ubicación de cada una de las paredes del recinto, los recuadros azules representan las líneas de producción donde laboran los colaboradores y los cuadros verdes son la posición donde se colocarán las rejillas. Es importante mencionar que, en el caso de la planta alta, la rejilla se posiciona en la pared oeste porque la pared este colinda con las oficinas administrativas, por lo que no existe paso de ventilación natural en la pared este del segundo piso.



(A) Vista frontal de la planta baja



(B) Vista frontal de la planta alta

Figura 21. Ubicación de las rejillas de ventilación en el local de producción

En dichos agujeros se colocarán las rejillas (ver figura 22), donde cada una de ellas tiene una capacidad de ventilación del 45 %, permitiendo así mejorar las condiciones de sensación térmica del local al reducir la temperatura ambiental interna. Es importante mencionar que las rejillas se colocan centradas entre las columnas del local (las cuales se encuentran a 6,20 metros cada una), por lo que entre dos columnas únicamente existirá una rejilla y ésta se colocará a una altura de 4,52 metros desde el nivel del piso. Además, las dimensiones de la rejilla son de 3 metros de largo y 1,5 metros de alto.

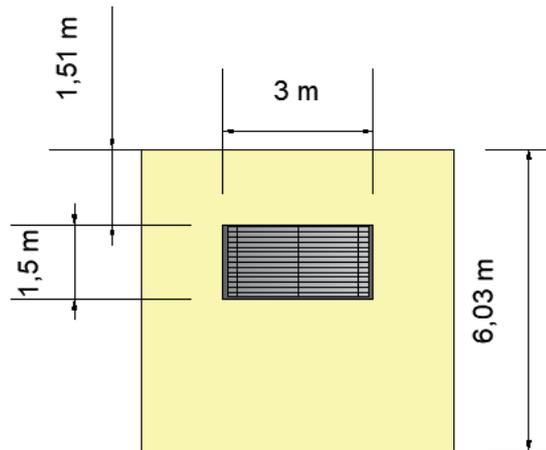


Figura 22. Vista frontal de una rejilla de ventilación empotrada en pared

Asimismo, también se propone un cielorraso de 12,14 m de largo y 17 m de ancho sobre el área de producción donde se encuentran los hornos en la planta baja debido a que el techo de toda la planta es únicamente de láminas de zinc, material que es buen conductor de calor y electricidad, por lo que una capa de gypsum ayudaría a reducir la temperatura interna del local. La figura 23 representa los materiales del techo, donde el color gris son las láminas de zinc y el patrón en forma de “L” de dicha figura representa la nueva capa de cielorraso que va por debajo del zinc.

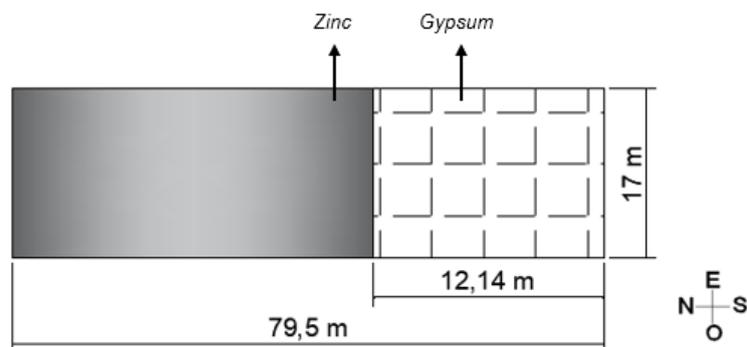
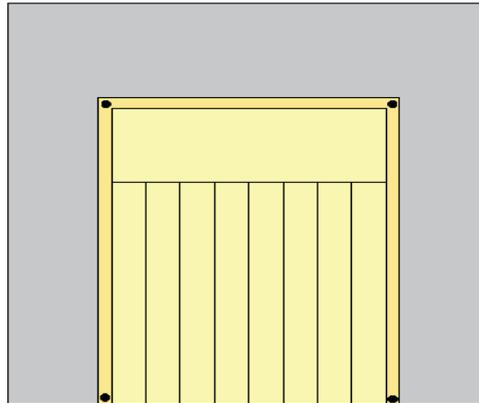


Figura 23. Vista superior de los materiales del techo del local con sus puntos cardinales

Por otra parte, se utilizará una manta de fibra de cerámica para cubrir el horno 01HMPL de la línea de producción 2, la cual funciona como aislante térmico y ayuda a que la máquina no emane exceso de calor por sus costados. Para esto, se necesitan 4,4 metros de largo, 1 metro de ancho y 1,1 metro de alto. Adicional a este revestimiento, se necesitan dos cortinas del mismo material (para la entrada y la salida de la máquina), las cuales deben ser de 0,7 m de largo y 0,7 m de ancho.

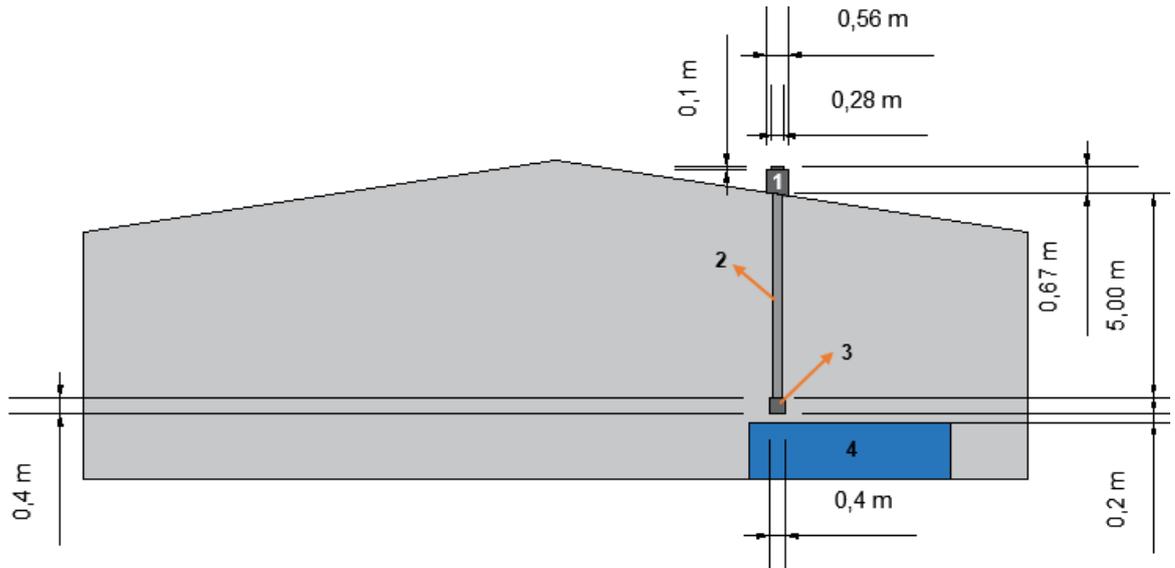
Para los hornos de las líneas 7 y 8, como poseen las mismas dimensiones, se necesitarán dos cortinas para cada uno de 58 cm de largo y 42 cm de ancho. Estas cortinas no interferirán con el ingreso y la salida de los productos con los que se trabaja y se controlará el calor que se desprende por estas aberturas. En la figura 24 se observa el montaje de las cortinas en el horno.



*Figura 24. Vista frontal de la cortina colocada en un horno*

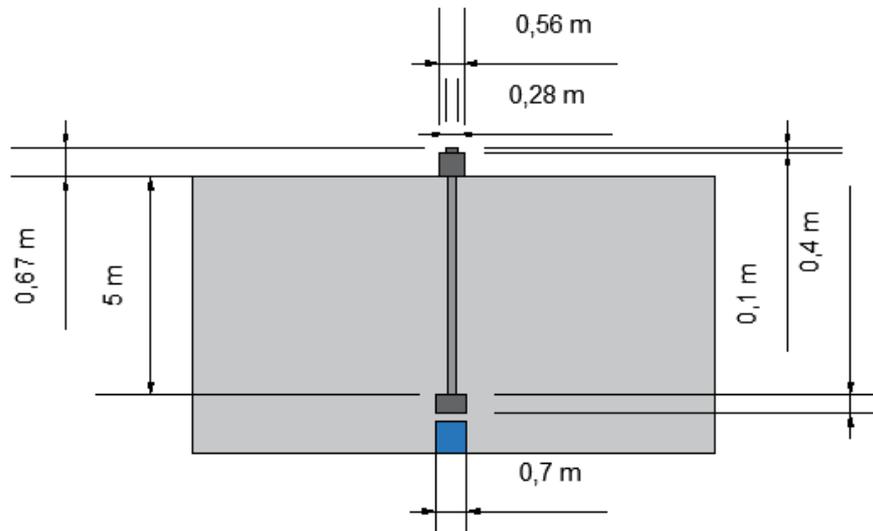
Finalmente, se realizaron cálculos para determinar la velocidad que debe tener el ducto (5 m/s), que conecta la campana con el extractor, y el caudal (0,037 m<sup>3</sup>/s) para conocer los requerimientos mínimos que necesita el sistema para extraer el aire caliente acumulado que emanan los hornos. Con estos datos, se pudo calcular el diámetro mínimo (100 mm) del conducto y de esta manera, seleccionar el sistema de extracción localizada que mejor se adapta a las condiciones de los hornos 7 y 8.

A continuación, se presenta la figura 25 del sistema de extracción localizada para el horno 7.



Simbología	Significado
1	Extractor
2	Ducto de ventilación
3	Campana de extracción
4	Línea de producción 7 donde se encuentra el horno 01HMTF

(A) Vista lateral de la campana de extracción



(B) Vista frontal de la campana de extracción

Figura 25. Dimensiones de la campana de extracción

### 3.4. Resumen de las alternativas de estrés térmico por calor

De las tres alternativas propuestas en los controles ingenieriles de estrés térmico por calor, hay algunos componentes de cada alternativa que se repiten. Por tanto, para que la información quede clara, se presenta el siguiente cuadro resumen.

**Cuadro 25.** Resumen de los componentes de las alternativas de estrés térmico por calor

Componentes	Alternativas		
	Alternativa 1: Sistema de ventilación natural con monitor en el techo, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8	Alternativa 2: Sistema de ventilación natural con instalación de cielorraso, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8	Alternativa 3: Sistema de ventilación natural con instalación de cielorraso y monitor en el techo, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8
<i>Monitor en cubierta</i>	Sí	No	Sí
<i>Cielorraso</i>	No	Sí (31 m largo x 23 m ancho)	Sí (12,14 m largo x 17 m ancho)
<i>Rejillas de ventilación</i>	Sí (11)	Sí (5)	Sí (11)
<i>Extractores de ventilación</i>	No	Sí (6)	No
<i>Campana de extracción</i>	Sí (2)	Sí (2)	Sí (2)
<i>Revestimiento del horno de la línea 2</i>	Sí	Sí	Sí
<i>Cortinas aislantes de los hornos 2, 7 y 8</i>	Sí	Sí	Sí
<b>Significado:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí: la alternativa posee el componente indicado.</li> <li>• No: la alternativa no posee el componente indicado.</li> <li>• Información entre paréntesis: dimensiones o cantidad necesaria del componente.</li> </ul>			

### 3.5. Criterios de comparación

En la presente sección, el cuadro 26 indica la escala de los criterios de comparación.

**Cuadro 26.** Escala de criterios de comparación de las alternativas ingenieriles de estrés térmico por calor

Puntuación	Escala de criterios de comparación				
	Salud y seguridad	Económico	Sociocultural	Ambiental	Estándares aplicables
1	La ventilación natural, la extracción localizada y el uso de materiales aislantes no permiten mejorar el confort térmico de los trabajadores debido a que no reducen la temperatura interna del local	Posee el costo más elevado de las alternativas	Los controles propuestos benefician a pocos colaboradores de las líneas de producción igualitariamente	El aporte de ventilación natural dentro del local no es predominante y los materiales de las propuestas son resistentes y duraderos	Se incumple con lo estipulado en el Decreto N° 39147S-TSS. Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor
2	La ventilación natural, la extracción localizada y el uso de materiales aislantes permiten mejorar parcialmente el confort térmico de los trabajadores al reducir la temperatura interna del local	Posee el costo intermedio de las alternativas	Los controles propuestos benefician a una parte de los colaboradores de las líneas de producción igualitariamente	El aporte de ventilación natural dentro del local es parcialmente predominante debido a que se utilizan extractores mecánicos y los materiales de las propuestas son resistentes y duraderos	Se cumple parcialmente con lo estipulado en el Decreto N° 39147S-TSS. Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor
3	La ventilación natural, la extracción localizada y el uso de materiales aislantes permiten mejorar el confort térmico de los trabajadores al reducir la temperatura interna del local	Posee el costo más bajo de las alternativas	Los controles propuestos benefician a todos los colaboradores de las líneas de producción igualitariamente	El aporte de ventilación natural dentro del local es predominante y los materiales de las propuestas son resistentes y duraderos	Se cumple con lo estipulado en el Decreto N° 39147S-TSS. Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor

En el cuadro 27 se comparan las tres alternativas de diseño de la propuesta de estrés térmico por calor.

**Cuadro 27.** Matriz comparativa de las alternativas ingenieriles de estrés térmico por calor

Propuestas de control	Criterios de comparación					
	Salud y seguridad	Económico	Sociocultural	Ambiental	Estándares aplicables	Puntuación total
<p>Alternativa 1: Sistema de ventilación natural con monitor en el techo, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8</p>	<p>Puntos: 3 La ventilación natural (monitor en cubierta y rejillas), la extracción localizada (campanas) y el uso de materiales aislantes (fibra cerámica) permiten mejorar el confort térmico de los trabajadores al reducir la temperatura interna del local</p>	<p>Puntos: 3 El costo total es bajo (₡ 2 051 441)</p>	<p>Puntos: 3 Los controles propuestos benefician a todos los colaboradores de las líneas de producción igualmente</p>	<p>Puntos: 3 El aporte de ventilación natural dentro del local es predominante y los materiales de las propuestas son resistentes y duraderos</p>	<p>Puntos: 2 Se cumple parcialmente con lo estipulado en el Decreto N° 39147S-TSS</p>	14
<p>Alternativa 2: Sistema de ventilación natural con instalación de cielorraso, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8</p>	<p>Puntos: 2 La ventilación natural (rejillas y extractores), la extracción localizada (campanas) y el uso de materiales aislantes (fibra cerámica y gypsum) permiten mejorar parcialmente el confort térmico de los trabajadores al reducir la temperatura interna del local</p>	<p>Puntos: 1 El costo total es elevado (₡ 3 480 406)</p>	<p>Puntos: 3 Los controles propuestos benefician a todos los colaboradores de las líneas de producción igualmente</p>	<p>Puntos: 2 El aporte de ventilación natural dentro del local es parcialmente predominante debido a que se utilizan extractores mecánicos y los materiales de las propuestas son resistentes y duraderos</p>	<p>Puntos: 2 Se cumple parcialmente con lo estipulado en el Decreto N° 39147S-TSS</p>	10

<p>Alternativa 3: Sistema de ventilación natural con instalación de cielorraso y monitor en el techo, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8</p>	<p>Puntos: 3 La ventilación natural (monitor en cubierta y rejillas), la extracción localizada (campanas) y el uso de materiales aislantes (fibra cerámica y gypsum) permiten mejorar el confort térmico de los trabajadores al reducir la temperatura interna del local</p>	<p>Puntos: 2 El costo total es intermedio (¢ 2 602 116)</p>	<p>Puntos: 3 Los controles propuestos benefician a todos los colaboradores de las líneas de producción igualitariamente</p>	<p>Puntos: 3 El aporte de ventilación natural dentro del local es predominante y los materiales de las propuestas son resistentes y duraderos</p>	<p>Puntos: 2 Se cumple parcialmente con lo estipulado en el Decreto N° 39147S-TSS</p>	<p>13</p>
--	--	---	---	---	---	-----------

Las alternativa 1 obtuvo la mayor cantidad de puntos (14), por lo que es la opción más factible a desarrollar. Por lo tanto, 'el sistema de ventilación natural con monitor en el techo, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8', se valida y justifica como diseño final de acuerdo con los requerimientos y otros aspectos de salud, seguridad, ambientales, económicos, culturales, sociales y de estándares aplicable.

#### **4. Propuestas de controles administrativos para estrés térmico por calor**

Para las propuestas de controles administrativos de estrés térmico por calor, el documento *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Hot Environments* de la NIOSH (2016), establece los principios de estrés térmico básicos para orientar el diseño de los sistemas de trabajo. De esta manera, se consideran las siguientes estrategias de control: limitar el tiempo exposición con la fuente de calor al proveer un área de descanso, mejorar la tolerancia de calor de los trabajadores (aclimatización), promover la importancia de la hidratación y rotación de personal.

En esta sección, se detallan los controles administrativos que se proponen en el programa a desarrollar para estrés térmico por calor, con el fin de que existan lineamientos previamente establecidos a seguir por los colaboradores y personas involucradas en el proceso de las líneas de producción de la planta, que brinden prácticas seguras de trabajo. Estas se deben aplicar a los trabajadores de las líneas de producción de la planta.

Las cuatro propuestas de procedimiento planteadas tienen su propio código (abreviatura del nombre), así como su número de versión, el número de páginas y el desarrollo para llevarlo a cabo. Las propuestas son:

- Procedimiento de descanso (PD-01).
- Procedimiento de hidratación (PH-01).
- Procedimiento de aclimatación (PA-01).
- Procedimiento de rotación de personal (RP-01).

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE DESCANSO</b>	Código: PD
		Versión: 01
		Página: 1 de 5

*a. Objetivo*

Establecer un procedimiento de descanso en la empresa que permita a los colaboradores de las líneas de producción reposar, previniendo así la fatiga y posibles malestares físicos.

*b. Alcance*

Utilizar el contenedor que se encuentra fuera del local de producción y está ambientado, como zona de descanso para que los trabajadores puedan recuperarse físicamente de las actividades laborales que ejecutan.

*c. Meta*

Que los trabajadores puedan utilizar esta zona de descanso dos veces al día, considerando que laboran de pie durante 8 horas diarias.

*d. Frecuencia*

El área designada la podrán utilizar todos los colaboradores de las líneas de producción como máximo dos veces al día (mañana y tarde), durante 5 minutos de descanso por cada visita, debido a que un tiempo mayor puede afectar la producción de la empresa.

*e. Responsabilidades*

- Trabajadores de las líneas de producción:
  - Comprometerse a hacer uso de la zona de descanso de forma correcta, cumpliendo con los tiempos estipulados y cuidando los recursos (sillas, mesas, microondas, refrigerador, televisor y aire acondicionado) de los que disponen.
  - Completar el 'formulario de ingreso al área de descanso' cada vez que ingresen a esta.
- Encargados de las líneas de producción:
  - Cuando un trabajador le indica que irá a la zona de descanso, debe tener en cuenta el tiempo que este toma en dicho lugar.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE DESCANSO</b>	Código: PD
		Versión: 01
		Página: 2 de 5

- Reportar a las supervisoras si el trabajador ha durado más de 7 minutos en el área de descanso.
- Supervisoras de las líneas de producción:
  - Controlar y comprobar el uso correcto del área de descanso.
  - Supervisar que los trabajadores no excedan el tiempo máximo de 5 minutos de descanso.
  - Completar diariamente el encabezado del 'formulario de ingreso al área de descanso' y colocar éste en una mesa del área de descanso para que esté disponible para los trabajadores de las líneas de producción.
  - Si se reporta un caso por parte de los encargados de las líneas de producción, completar la sección "marque con una "X" si el trabajador incumplió con el tiempo máximo de 5 minutos por descanso" del formulario.
  - Al final de la jornada laboral, archivar dicho documento en Recursos Humanos.
- Departamento de Recursos Humanos:
  - Disponer del 'formulario de ingreso al área de descanso' para ser entregado cuando las supervisoras lo soliciten.
  - Archivar el formulario al final de cada jornada laboral.
  - Entregar semanalmente al encargado de Salud Ocupacional el registro del formulario.
- Encargado de Salud Ocupacional:
  - Solicitar el registro del 'formulario de ingreso al área de descanso' para analizar estadísticamente cuántos trabajadores utilizan esta zona y cuántos disponen de los dos descansos diarios.
  - Brindar mejoras (de ser el caso) a la presente propuesta mediante el 'formulario de verificación sobre el procedimiento de descanso'.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE DESCANSO</b>	Código: PD
		Versión: 01
		Página: 3 de 5

*f. Documentos requeridos*

El siguiente cuadro indica los documentos necesarios para ejecutar el procedimiento.

**Cuadro 1.** *Formulario para aplicar el procedimiento de descanso*

<b>Nombre</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo de registro</b>	<b>Lugar de archivo</b>	<b>Responsables</b>
Formulario de ingreso al área de descanso	AD-01	Impreso	RRHH	Supervisoras de las líneas de producción
Formulario de verificación sobre el procedimiento de descanso	VD-01	Digital	Computadora del encargado de Salud Ocupacional	Encargado de Salud Ocupacional

*g. Desarrollo*

A continuación, se presentan los pasos a seguir para cada uno de los responsables de este procedimiento.

Trabajadores de las líneas de producción

1. Si está sudando excesivamente, antes de dirigirse al área de descanso, debe esperar en su puesto de trabajo a que su sudoración disminuya.
  - El tiempo de la disminución de sudoración depende de cada persona.
2. Antes de ir al área designada, debe observar que todos sus compañeros de línea están trabajando, ya que solo puede ir a descansar un trabajador de cada línea a la vez.
  - El máximo de personas descansando será de 8.
  - En caso de que en su línea de producción ya haya una persona en la zona de descanso, debe esperar a que esta vuelva para que usted pueda ir.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE DESCANSO</b>	Código: PD
		Versión: 01
		Página: 4 de 5

3. Indicar al encargado de línea que se dirigirá al área de descanso.
4. Al ingresar a la zona de descanso, debe aplicarse alcohol en gel y completar el 'formulario de ingreso al área de descanso'.
5. Al completar la información del formulario, se empieza a contar el tiempo de 5 minutos de descanso.
6. Una vez finalizado el tiempo de los 5 minutos, debe indicar la hora de salida del área de descanso en el 'formulario de ingreso al área de descanso' y volver a su puesto de trabajo.

#### Encargados de las líneas de producción

1. Si el trabajador que comunicó que se dirigía a la zona de descanso ha tomado un tiempo superior a 7 minutos, se debe reportar a las supervisoras de las líneas de producción.

#### Supervisoras de las líneas de producción

1. Al inicio de la jornada laboral, una de las tres supervisoras debe solicitar a Recursos Humanos el 'formulario de ingreso al área de descanso'.
  - Al inicio de la semana laboral, lo deciden entre ellas mismas.
2. La misma supervisora que solicitó el formulario, debe completar el encabezado del formulario.
3. Las tres supervisoras se deben turnar durante la semana laboral para realizar los pasos 1 y 2.
4. Colocar el formulario en la mesa del contenedor, la cual siempre contará con alcohol en gel y un lapicero.
5. Verificar en las líneas de producción que no haya más de una persona en el área de descanso. Esto se puede corroborar al preguntarle a los trabajadores de esta línea dónde se encuentran los compañeros (si no están en su puesto de trabajo).
6. Al final de la jornada laboral, la supervisora encargada de manipular el formulario debe entregarlo a Recursos Humanos.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE DESCANSO</b>	Código: PD
		Versión: 01
		Página: 5 de 5

#### Departamento de Recursos Humanos

1. Disponer del 'formulario de ingreso al área de descanso'.
2. Entregar el formulario a la supervisora que lo solite.
3. Recibir y archivar, al final de la jornada laboral, el formulario.
4. Entregar semanalmente al encargado de Salud Ocupacional los registros del formulario de la semana anterior.

#### Encargado de Salud Ocupacional

1. Recibir, por parte de Recursos Humanos, los registros del 'formulario de ingreso al área de descanso' y revisarlo.
2. Analizar estadísticamente cuántos trabajadores utilizan esta zona y cuántos disponen de los dos descansos diarios.
3. Brindar las mejoras (de ser el caso) al presente procedimiento por medio del 'formulario de verificación sobre el procedimiento de descanso'.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO INGRESO AL ÁREA DE DESCANSO</b>		Código: AD			
			Versión: 01			
			Página: 1 de 1			
<b>Fecha:</b>						
<b>Nombre completo de la supervisora encargada:</b>						
<b>Datos de los colaboradores</b>						
Nombre completo	Línea de producción a la que pertenece	Descanso #1		Descanso #2		Marque con una "X" si el trabajador incumplió con el tiempo máximo de 5 minutos por descanso
		Hora de ingreso	Hora de salida	Hora de ingreso	Hora de salida	
<b>Fecha de revisión por el encargado de Salud Ocupacional:</b>						
<b>Firma del encargado de Salud Ocupacional:</b>						

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO VERIFICACIÓN SOBRE EL PROCEDIMIENTO DE DESCANSO</b>		Código: VD
			Versión: 01
			Página: 1 de 1
<b>Responsable:</b>			
<b>Fecha de aplicación:</b>			
<i>Ítems</i>	<i>Cumple</i>		<i>Observaciones</i>
	<i>Sí</i>	<i>No</i>	
¿El área de descanso asignada proporciona sombra total?			
¿El área de descanso asignada proporciona sombra parcial?			
¿El diseño del área de descanso permite ingreso de ventilación natural?			
¿El diseño del área de descanso permite ingreso de ventilación artificial?			
¿Se cumple con la cantidad máxima de trabajadores por línea de producción que pueden estar descansando?			
¿Se cumple con la cantidad máxima de 8 trabajadores descansando a la vez?			
¿Las supervisoras colocan el formulario de ingreso al área de descanso en el área correspondiente?			
¿La supervisora asignada por día completa el encabezado del formulario?			
¿La supervisora asignada por día archiva en Recursos Humanos el registro del formulario?			
¿Los trabajadores completan la bitácora correctamente?			

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE HIDRATACIÓN</b>	Código: PH
		Versión: 01
		Página: 1 de 4

a. Objetivo

Promover el consumo de agua potable de los colaboradores de las líneas de producción por medio de un dispensador en el área de planta, minimizando el riesgo de deshidratación de los trabajadores.

b. Alcance

Contar con un dispensador de agua potable en el área de producción que permita a los trabajadores de las líneas de ensamble, consumir la cantidad de agua deseada durante la jornada laboral, ayudándolos a mantenerse hidratados.

c. Metas

- Fomentar el consumo de agua para que los colaboradores de las líneas de producción beban al menos 1 litro de agua diario para abril del año 2023.
- Contar con un dispensador que mantenga el agua fresca y en condiciones salubres para junio del 2022.

d. Frecuencia

Los trabajadores en lugares calientes deben beber de 100 ml a 150 ml de agua cada 15 o 20 minutos, por lo que se recomienda que consuman al menos 1 litro de agua diario durante la jornada laboral (Morales, 2015).

e. Responsabilidades

- Departamento de Planeación:
  - Inicialmente, adquirir 4 bidones de agua.
  - Cuando únicamente quede disponible para consumo 1 bidón de agua, recolectar los bidones vacíos y llevarlos a un centro de devolución.
    - Un centro de devolución es el supermercado Walmart.
  - Al llevar los recipientes vacíos a dichos centros, únicamente se cobrará por adquirir el agua potable y no el recipiente.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE HIDRATACIÓN</b>	Código: PH
		Versión: 01
		Página: 2 de 4

- Supervisoras de las líneas de producción:
  - Informar al Departamento de Planeación cuando sólo quede disponible para consumo un bidón de agua.
- Trabajadores de las líneas de producción:
  - Contar con su propia botella para evitar el gasto de vasos desechables.
- Encargado de Salud Ocupacional:
  - Fomentar en los colaboradores el consumo de agua.
  - Aplicar el 'formulario de verificación sobre el procedimiento de hidratación'.
- Encargado de Mantenimiento:
  - Brindar al dispensador de agua el mantenimiento preventivo y correctivo según las especificaciones del equipo.

f. Documentos requeridos

El siguiente cuadro indica los documentos necesarios para ejecutar el procedimiento.

**Cuadro 1.** Formulario para aplicar el procedimiento de hidratación

Nombre	Código	Tipo de registro	Lugar de archivo	Responsables
Formulario de verificación sobre el procedimiento de hidratación	VH-01	Digital	Computadora del encargado de Salud Ocupacional	Encargado de Salud Ocupacional

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE HIDRATACIÓN</b>	Código: PH
		Versión: 01
		Página: 3 de 4

*g. Desarrollo*

A continuación, se presentan los pasos a seguir por los responsables involucrados para cumplir con el presente procedimiento.

Departamento de Planeación

1. Adquirir inicialmente 4 bidones de agua.
  - Se necesitan 3 bidones de agua diarios para satisfacer el mínimo recomendado de 1 litro de agua diario por trabajador.
2. Cuando sólo exista 1 bidón de agua a disposición, llevar todos los bidones vacíos al centro de devolución (Walmart) para únicamente comprar el agua potable según los sifones que se entreguen.

Supervisoras de las líneas de producción

1. Informar al Departamento de Planeación cuando sólo quede disponible un bidón de agua nuevo.

Trabajadores de las líneas de producción

1. Contar con su propia botella.
2. Traer todos los días la botella personal al trabajo.
3. Dirigirse al dispensador para llenar o rellenar la botella con agua cuando sea necesario.
4. Se recomienda beber el agua a temperatura ambiente.
5. Procurar al final del día haber bebido como mínimo 1 litro de agua.

Encargado de Salud Ocupacional

1. Fomentar en los colaboradores de las líneas de producción el consumo de agua.
2. Aplicar el 'formulario de verificación sobre el procedimiento de hidratación' una vez al mes.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE HIDRATACIÓN</b>	Código: PH
		Versión: 01
		Página: 4 de 4

Encargado de Mantenimiento

1. Brindar al dispensador de agua el mantenimiento preventivo y correctivo según las especificaciones del equipo.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO VERIFICACIÓN SOBRE EL PROCEDIMIENTO DE HIDRATACIÓN</b>		Código: VH
			Versión: 01
			Página: 1 de 1
<b>Responsable:</b>			
<b>Fecha de aplicación:</b>			
<i>Ítems</i>	<i>Cumple</i>		<i>Observaciones</i>
	<i>Sí</i>	<i>No</i>	
¿Se dispone de agua fresca en el área de producción?			
¿Se dispone de agua potable en el área de producción?			
¿Se fomenta el consumo diario de agua?			
¿La empresa suministra los bidones de agua?			
¿Los bidones de agua siempre están a disposición?			
¿Los trabajadores llevan su propia botella a la empresa?			
¿Los trabajadores utilizan el dispensador de agua?			
¿Las supervisoras de línea notifican al Departamento de Planeación cuando únicamente queda a disposición 1 bidón de agua nuevo?			
¿Se brinda mantenimiento preventivo y correctivo al dispensador de agua según el manual de usuario?			

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE ACLIMATIZACIÓN</b>	Código: PA
		Versión: 01
		Página: 1 de 4

a. Objetivo

Aplicar el proceso de aclimatación a los colaboradores nuevos que se incorporen en las líneas de producción de HMA Maquilas S.A.

b. Alcance

Se pretende establecer un plan de medidas preventivas en las actividades laborales con carga de trabajo moderada y pesada para los nuevos trabajadores de las líneas de producción, con el propósito de evitar que estos sufran malestares físicos como consecuencia de la falta de aclimatación

c. Meta

Aclimatizar al 100 % de los nuevos trabajadores cuando se incorporan a las líneas de producción de la empresa.

d. Frecuencia

Al ser un proceso paulatino que se ve influenciado por condiciones individuales de la salud, puede tomar de 7 a 14 días.

e. Responsabilidades

- Encargado de Salud Ocupacional:
  - Capacitar a las supervisoras de las líneas de producción para que ellas puedan realizar el proceso de aclimatación de los nuevos colaboradores.
  - Revisar el registro de cada 'formulario de aclimatación'.
- Departamento de Recursos Humanos:
  - Disponer del 'formulario de aclimatación' para ser entregado cuando las supervisoras lo soliciten.
  - Archivar el formulario al final de cada jornada laboral.
  - Archiva definitivamente el formulario cuando se termine el proceso de aclimatación.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE ACLIMATIZACIÓN</b>	Código: PA
		Versión: 01
		Página: 2 de 4

- Entregar al encargado de Salud Ocupacional el registro del formulario (cuando haya casos).
- En caso de emergencia, las supervisoras se contactarán por medio del *walkie-talkie* indicando la situación.
- Supervisoras de las líneas de producción:
  - Implementar el proceso de aclimatación a los nuevos trabajadores de las líneas de producción cada vez que ingrese nuevo personal.
  - Presentar el 'formulario de aclimatación' al encargado de Salud Ocupacional.
- Nuevos colaboradores:
  - Seguir el procedimiento de aclimatación.

f. Documentos requeridos

El siguiente cuadro indica los documentos necesarios para ejecutar el procedimiento.

**Cuadro 1.** Formulario para aplicar el procedimiento de manejo manual de cargas

Nombre	Código	Tipo de registro	Lugar de archivo	Responsables
Formulario de aclimatación	FA-01	Impreso	RRHH	Supervisoras de las líneas de producción

g. Desarrollo

En esta sección se presentan los pasos a seguir por parte de cada responsable involucrado para cumplir con el procedimiento de aclimatación.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE ACLIMATIZACIÓN</b>	Código: PA
		Versión: 01
		Página: 3 de 4

#### Encargado de Salud Ocupacional

1. Capacitar las supervisoras de las líneas de producción.
  - Explicar el concepto de aclimatización.
  - Explicar los pasos a seguir para realizar dicho proceso.
  - Explicar los efectos contraproducentes de no aplicar el procedimiento de aclimatización.
2. Revisar el registro de cada 'formulario de aclimatización' y proponer las mejoras pertinentes (de ser el caso).

#### Departamento de Recursos Humanos

1. Disponer del 'formulario de aclimatización'.
2. Entregar el formulario a la supervisora cuando lo solicite.
3. Recibir y archivar, al final de la jornada laboral, el formulario.
4. Archivar definitivamente el formulario cuando se termine el proceso de aclimatización.
5. Entregar al encargado de Salud Ocupacional los registros del 'formulario de aclimatización' (cuando haya casos).

#### Supervisoras de las líneas de producción

1. Solicitar a Recursos Humanos el 'formulario de aclimatización'.
2. Debe organizar las actividades de trabajo (de los nuevos colaboradores) para reducir el tiempo o la intensidad de la exposición, evitando así que los trabajadores realicen el mayor esfuerzo en las horas donde el calor y el sol son más potentes.
3. Prestar atención a síntomas de malestar físico en los colaboradores (ver formulario de aclimatización).
4. Prestar especial atención a los colaboradores con condiciones y enfermedades de salud, con obesidad y mayores de 45 años (ver formulario de aclimatización).
5. Si los trabajadores sienten malestar, permitir que descansen en el área designada para esto por un mínimo de 15 minutos.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO DE ACLIMATIZACIÓN</b>	Código: PA
		Versión: 01
		Página: 4 de 4

6. En caso de un suceso grave, producto de la exposición al calor, reportar por medio del *walkie-talkie* a Recursos Humanos para que contacten a emergencias.
7. Al final del proceso de aclimatación de cada trabajador, presentar el registro del 'formulario de aclimatación' en Recursos Humanos para que lo archiven.

### Nuevos colaboradores

1. El primer día de trabajo en las líneas de producción, debe laborar la mitad de la jornada.
  - La jornada laboral se paga por día completo.
2. A partir del segundo día laboral se aumenta en 10 % el tiempo de trabajo, hasta llegar a cumplir la jornada completa en los días posteriores.
3. Deben ir adaptando el ritmo de trabajo según su tolerancia al calor.
4. En caso de sentir malestar físico debido a la exposición a calor, comunicarlo a las supervisoras y dirigirse a la zona de descanso.
5. Al finalizar la jornada, refrescarse antes de salir de las instalaciones, esperando en su puesto de trabajo hasta que su sudoración disminuya.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO VERIFICACIÓN SOBRE EL PROCEDIMIENTO DE HIDRATACIÓN</b>		Código: FA
			Versión: 01
			Página: 1 de 2
<b>Supervisora responsable:</b>			
<b>Nombre completo del nuevo trabajador:</b>			
<b>Fecha del inicio del procedimiento de aclimatización:</b>			
<b>Fecha del final del procedimiento de aclimatización:</b>			
<b><i>Datos personales</i></b>			
Edad:			
Peso:			
Estatura:			
<b><i>Preguntas personales</i></b>			
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>
¿Realiza actividad física? Indique cuál.			
¿Duerme 8 horas diarias? De no ser así, indique una cantidad.			
¿Consume cafeína?			
¿Consume bebidas gaseosas?			
¿Consume alcohol?			
¿Consume tabaco?			
¿Consume medicamentos? Indique cuáles.			
¿Padece alguna enfermedad? Indique cuáles.			

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO VERIFICACIÓN SOBRE EL PROCEDIMIENTO DE HIDRATACIÓN</b>		Código: FA
			Versión: 01
			Página: 2 de 2
<b>Preguntas de chequeo</b>			
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>
¿El trabajador fue informado sobre el proceso de aclimatación?			
¿El trabajador cumplió con las indicaciones del proceso de aclimatación?			
¿El trabajador utilizó el área de descanso? Si la respuesta es "sí", indique cuántas veces.			
¿Se tuvo que llamar a algún contacto de emergencia? Si la respuesta es "sí", indique a quién.			
<b>Síntomas</b>			
Si el trabajador comunicó que sentía malestar, marque con una "X" los síntomas que presentó:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visión borrosa</li> <li>• Mareo</li> <li>• Debilidad</li> <li>• Pulso débil</li> <li>• Pulso y respiración acelerados</li> <li>• Dolor de cabeza</li> <li>• Confusión</li> <li>• Piel caliente y enrojecida</li> <li>• Desorientación</li> <li>• Dolores musculares</li> <li>• Náusea</li> <li>• Piel sudorosa y fría</li> <li>• Calambres</li> </ul> Otros: _____		
<b>Firma de la supervisora a cargo:</b>			
<b>Firma del nuevo trabajador</b> (haciendo constar que siguió el procedimiento de aclimatación):			
<b>Firma del Encargado de Salud Ocupacional:</b>			

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO ROTACIÓN DE PERSONAL</b>	Código: RP
		Versión: 01
		Página: 1 de 5

a. Objetivo

Disminuir la exposición laboral a estrés térmico por calor de los colaboradores de las líneas de producción, mediante la rotación de personal en los puestos de trabajo.

b. Alcance

Emplear el procedimiento de rotación de personal para que los colaboradores de las líneas de producción 2, 7 y 8 no estén directamente expuestos al calor que emanan los hornos durante 8 horas diarias.

c. Meta

Lograr para junio del año 2022 que los colaboradores de las líneas de producción cambien de puestos de trabajo una vez al día.

d. Frecuencia

La rotación de personal se realiza de manera diaria, por lo que su planificación debe ser semanal.

e. Responsabilidades

- Departamento de Planeación:
  - Planificar la rotación del personal semanalmente según los productos con los que se vaya a laborar en un día determinado, en conjunto con el Departamento de Recursos Humanos.
  - Generar el “formulario de rotación de personal de las líneas de producción”.
- Departamento de Recursos Humanos:
  - Proveer la información al Departamento de Planeación sobre cuáles trabajadores están en cuáles líneas y sus horarios de trabajo.
  - Entregar el ‘formulario de rotación de personal de las líneas de producción’ establecido en conjunto con el Departamento de Planeación a los encargados de las líneas de producción.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO ROTACIÓN DE PERSONAL</b>	Código: RP
		Versión: 01
		Página: 2 de 5

- Encargados de las líneas de producción:
  - Indicar diariamente a los trabajadores de las líneas de producción cuáles son las líneas que intercambian, para que sepan hacia dónde deben dirigirse.
  - Supervisar que los cambios de personal entre líneas de producción se hagan de manera ordenada y eficiente.
- Trabajadores de las líneas de producción:
  - Prestar atención a los encargados de líneas de producción para conocer a cuál línea deben rotar y en qué momento del día tienen que hacerlo.

*f. Documentos requeridos*

El siguiente cuadro indica los documentos necesarios para ejecutar el procedimiento.

**Cuadro 1.** *Formulario para aplicar el procedimiento de rotación de personal*

<b>Nombre</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo de registro</b>	<b>Lugar de archivo</b>	<b>Responsables</b>
Formulario de rotación de personal de las líneas de producción	FR-01	Digital e impreso, según se requiera	Departamento de Planeación	Encargados de las líneas de producción

*g. Consideraciones*

Es importante mencionar que las líneas de producción 2, 6, 7 y 9 cuentan con tres plataformas individuales cada una (según la alternativa 1 de la propuesta 1 de ergonomía), aspecto relevante a considerar al momento de intercambiar personal, debido a que, al tener plataformas, se ven en la necesidad de rotar donde también haya plataformas. Además, la línea 1 no está en funcionamiento, por lo que no se tomó en cuenta para la rotación entre las líneas de producción.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO ROTACIÓN DE PERSONAL</b>	Código: RP
		Versión: 01
		Página: 3 de 5

A continuación, se presenta un ejemplo gráfico de cómo pueden realizar la rotación de personal entre líneas, considerando que la línea 9 se encuentra en el segundo piso, pero para representar de forma visual el cambio entre líneas, se colocó la segunda planta junto con la primera planta.

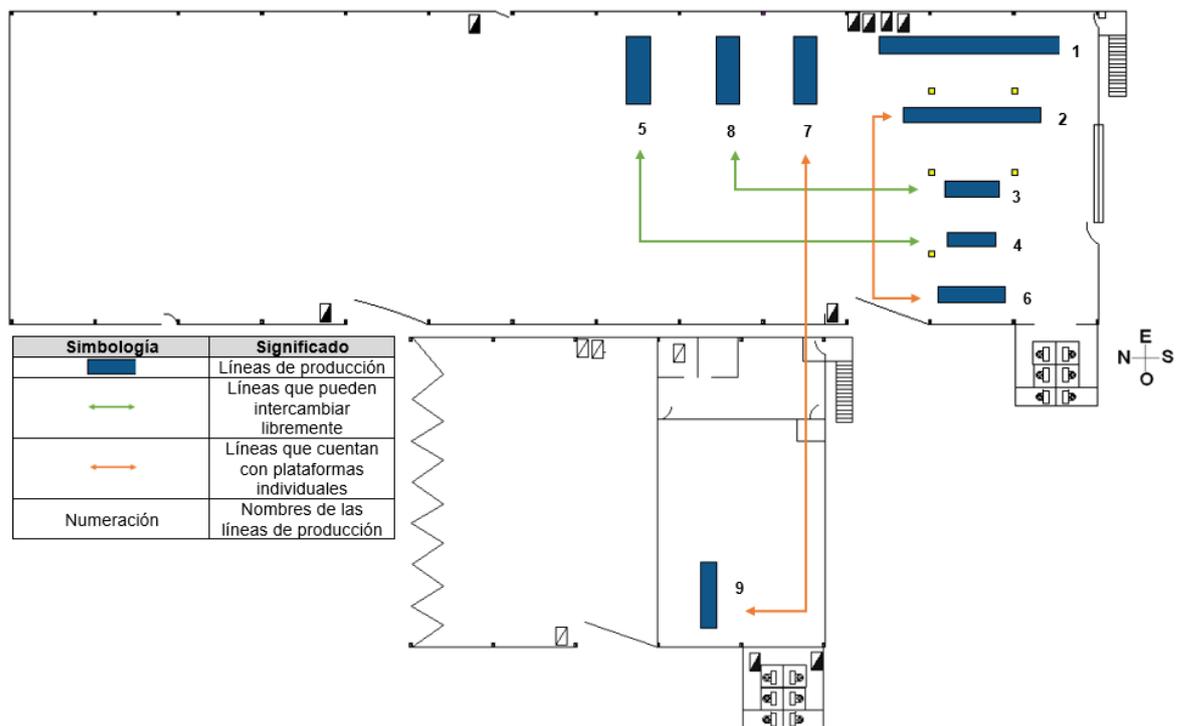


Figura 1. Vista superior de las líneas de producción para el procedimiento de rotación de personal

Se recomienda que, durante la mañana, los trabajadores realicen sus actividades en las líneas que les corresponde, y a partir de la 1:00 p.m. se dé la indicación por parte de los encargados de líneas, de cambiar de puesto de trabajo, donde tendrán que laborar hasta el final de su jornada. Hay que recordar que el propósito de organizar los puestos de trabajo para que los trabajadores puedan rotar por las líneas de producción durante su jornada laboral es para que no estén expuestos a las fuentes de calor por ocho horas diarias.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO ROTACIÓN DE PERSONAL</b>	Código: RP
		Versión: 01
		Página: 4 de 5

Además, las líneas 7 y 8 trabajan con productos de mayor peso, por lo que deben realizar mayor esfuerzo y esta condición, aunada con el calor que generan los hornos, puede alterar el rendimiento físico y mental de los colaboradores, lo cual se busca disminuir.

#### *h. Desarrollo*

En esta sección se presentan los pasos a seguir para cada una de las partes involucradas en el procedimiento de rotación de personal.

#### Departamento de Planeación

1. En conjunto con el Departamento de Recursos Humanos, estudiar las actividades de producción semanales, para incluir las rotaciones de personal en la ejecución de estas.
2. Definir semanalmente las líneas que rotan entre sí durante todos los días de la semana.
3. Completar el 'formulario de rotación de personal de las líneas de producción'.
4. Enviar el formulario completo al Departamento de Recursos Humanos para que lo impriman.

#### Departamento de Recursos Humanos

1. Imprimir el 'formulario de rotación de personal de las líneas de producción' completo.
2. Entregar el formulario a los encargados de las líneas de producción.

#### Encargados de las líneas de producción

1. Deben recibir el formulario todos los lunes a las 9:00 a.m.
2. Deben revisar el formulario diariamente para estar informadas sobre los cambios.
3. A las 10:00 a.m. deben comunicar cuáles líneas intercambian.
4. A la 1:00 p.m. se realiza la rotación de personal, por lo que deben verificar que se ejecute de manera eficiente y ordenada.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>PROCEDIMIENTO ROTACIÓN DE PERSONAL</b>	Código: RP
		Versión: 01
		Página: 5 de 5

Colaboradores de las líneas de producción

1. Todos los trabajadores de cada línea de producción rotan hacia otra línea, por lo que deben tener claro cuál es el cambio a realizar.
2. Todos los colaboradores tienen que rotar a 1:00 p.m.
3. Una vez realizado el cambio, deben iniciar con sus nuevas actividades en la línea de producción asignada.
4. Al finalizar la jornada, tienen que recordar que a la mañana del siguiente día comienzan sus actividades en su línea de trabajo original.

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO ROTACIÓN DE PERSONAL DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN</b>	Código: FR
		Versión: 01
		Página: 1 de 1
<b>Responsable:</b>		
<b>Fecha:</b>		
<i>Líneas de producción</i>		
<i>Líneas originales</i>	<i>Rota</i>	
<b>Línea 2</b>		
<b>Línea 3</b>		
<b>Línea 4</b>		
<b>Línea 5</b>		
<b>Línea 6</b>		
<b>Línea 7</b>		
<b>Línea 8</b>		
<b>Línea 9</b>		

## 4.1. Equipo para el procedimiento de hidratación (PH-01)

### 4.1.1. Diseño

Para que se puedan seguir las pautas establecidas en el procedimiento de hidratación (PH-01), se debe comprar un dispensador de agua. Este equipo permitirá a los trabajadores contar con agua fresca y potable en el área de producción, lo cual fomentará su consumo durante la jornada laboral.

A continuación, en la figura 26, se observa la ubicación del dispensador de agua en el local donde se encuentran las líneas de producción.

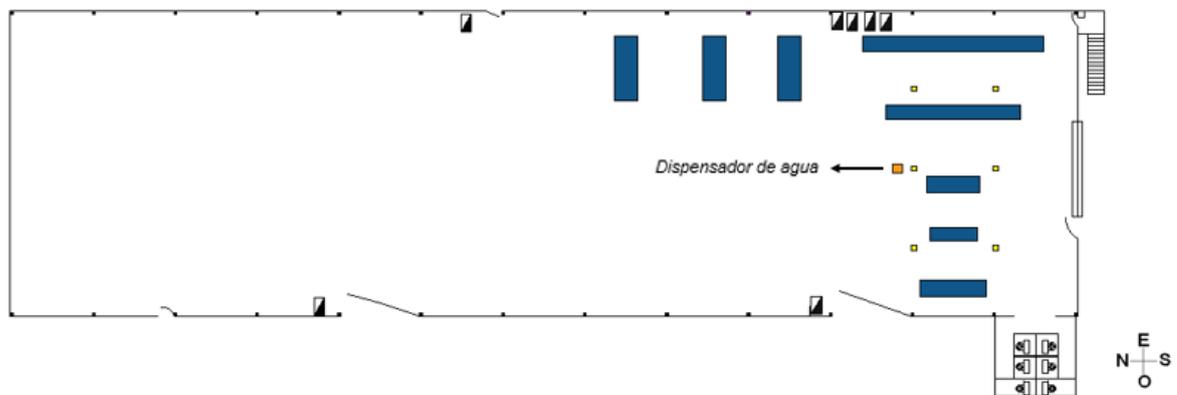


Figura 26. Vista superior de la ubicación del dispensador de agua

### 4.1.2. Características

En el cuadro 28, se indican las características de tres alternativas de dispensadores de agua, con el fin de proponer el que se ajusta mejor a las necesidades de la empresa.

**Cuadro 28.** Características de tres alternativas de dispensadores de agua

Alternativas	Características	Descripción
Dispensador Mastertech <sup>1</sup>	Ilustración	
	Proveedor	Gollo tienda
	Dimensiones	31,5 cm (largo) x 32 cm (ancho) x 96 cm (alto)
	Marca	Mastertech
	Modelo	MTWD1001AW
	Material	Policarbonato rectangular
	Ubicación	Al noreste de la línea de producción 3
	Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante dos veces por semana
	Cantidad por adquirir	1
	Costo con IVA (€)	Por unidad
Costo total		70 000
Dispensador Mastertech <sup>2</sup>	Ilustración	
	Proveedor	Gollo tienda
	Dimensiones	105 cm (largo) x 32 cm (ancho) x 30 cm (profundidad)

	Marca	Mastertech		
	Modelo	MTWD2001ASS		
	Material	Acero inoxidable		
	Ubicación	Al noreste de la línea de producción 3		
	Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante dos veces por semana		
	Cantidad por adquirir	1		
	Costo con IVA (€)	Por unidad	77 000	
Costo total		77 000		
Dispensador Westinghouse <sup>3</sup>	Ilustración			
	Proveedor	Pequeño Mundo		
	Dimensiones	100 cm (alto) x 33,6 cm (ancho) x 28,5 cm (profundidad)		
	Marca	Westinghouse		
	Modelo	10030219		
	Material	Acero inoxidable		
	Ubicación	Al noreste de la línea de producción 3		
	Mantenimiento	Limpiar con una toalla húmeda con desinfectante dos veces por semana		
	Cantidad por adquirir	1		
	Costo con IVA (€)	Por unidad	95 000	
		Costo total	95 000	

Fuente: (1 y 2) Gollo tienda, 2021; (3) Pequeño Mundo, 2021

## 4.2. Criterios de comparación

En la presente sección, el cuadro 29 indica la escala de los criterios de comparación.

**Cuadro 29.** Escala de criterios de comparación de las alternativas de dispensadores de agua

Puntuación	Escala de criterios de comparación				
	Salud y seguridad	Económico	Sociocultural	Ambiental	Estándares aplicables
1	El dispensador permite el consumo de agua a diferentes temperaturas y provoca derrames en el piso	Posee el costo más elevado de las alternativas	Los trabajadores requieren mucha formación en el tema para utilizar el equipo	En comparación con las alternativas, posee la vida útil más baja de los materiales	N/A
2	El dispensador permite el consumo de agua a diferentes temperaturas y pueden generarse derrames en el piso	Posee el costo intermedio de las alternativas	Los trabajadores requieren formación media en el tema para utilizar el equipo	En comparación con las alternativas, posee la vida útil media de los materiales	N/A
3	El dispensador permite el consumo de agua a diferentes temperaturas y evita posibles derrames en el piso	Posee el costo más bajo de las alternativas	Los trabajadores requieren poca formación en el tema para utilizar el equipo	En comparación con las alternativas, posee la vida útil más alta de los materiales	N/A

En el cuadro 30 se comparan las tres alternativas para el procedimiento de hidratación.

**Cuadro 30.** Matriz comparativa de las alternativas de dispensadores de agua

Propuestas de control	Criterios de comparación					Puntuación total
	Salud y seguridad	Económico	Sociocultural	Ambiental	Estándares aplicables	
Alternativa 1: Dispensador Mastertech (MTWD1001AW)	Puntos: 3 El dispensador permite el consumo de agua a diferentes temperaturas y evita posibles derrames en el piso	Puntos: 3 El costo total es bajo (C\$70 000)	Puntos: 3 Los trabajadores requieren poca formación en el tema para utilizar el equipo	Puntos: 2 La vida útil de los materiales es intermedia	N/A	11
Alternativa 2: Dispensador Mastertech (MTWD2001ASS)	Puntos: 3 El dispensador permite el consumo de agua a diferentes temperaturas y evita posibles derrames en el piso	Puntos: 2 El costo total es intermedio (C\$ 77 000)	Puntos: 3 Los trabajadores requieren poca formación en el tema para utilizar el equipo	Puntos: 3 La vida útil de los materiales es alta	N/A	11
Alternativa 3: Dispensador Westinghouse	Puntos: 3 El dispensador permite el consumo de agua a diferentes temperaturas y evita posibles derrames en el piso	Puntos: 1 El costo total es elevado (C\$ 95 000)	Puntos: 3 Los trabajadores requieren poca formación en el tema para utilizar el equipo	Puntos: 3 La vida útil de los materiales es alta	N/A	10

Las alternativas 1 y 2 obtuvieron la mayor cantidad de puntos (11), por lo que ambas opciones son factibles para la empresa, sin embargo, se decide escoger la alternativa 2 ‘Dispensador Mastertech (MTWD2001ASS)’ porque la vida útil del material del equipo es más alta que la de la alternativa 1; además, aunque el precio de la alternativa 2 es más elevado, sólo se sobrepasa por 7 000 colones. Por tanto, la alternativa 2 se valida y justifica como diseño final de acuerdo con los requerimientos y otros aspectos de salud, seguridad, ambientales, económicos, culturales, sociales y de estándares aplicables.

#### 4.3. Costos totales de los controles de estrés térmico por calor

A continuación, se presentan los costos totales de los controles ingenieriles y administrativos de estrés térmico por calor.

**Cuadro 31.** Costos totales de los controles de estrés térmico por calor

Alternativa	Rubros	Costos con IVA (₡)
<i>Control administrativo</i>		
Procedimiento de hidratación (PH-01)	Dispensador	77 000
	<b>Costo</b>	77 000
<i>Control ingenieril</i>		
Alternativa 1: Sistema de ventilación natural con monitor en el techo, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8	Rejillas del sistema de ventilación natural	395 000
	Monitor en cubierta del sistema de ventilación natural	992 000
	Revestimiento horno línea 2 y cortinas aislantes hornos 2, 7 y 8	409 441
	Campana del sistema de extracción localizada	255 000
	<b>Costo</b>	2 051 441
<b>Costo total</b>		<b>2 128 441</b>

## **E. Vigilancia de la salud**

### **a. Propósito**

Evaluar las condiciones de exposición a riesgos ergonómicos y de estrés térmico por calor en los colaboradores de las líneas de producción luego de haber implementado los controles ingenieriles y administrativos propuestos en el programa.

### **b. Alcance**

Realizar las evaluaciones indicadas en este apartado para conocer la evolución de los resultados de los riesgos ergonómicos y de estrés térmico por calor en los colaboradores de las líneas de producción después de haber implementado las propuestas ingenieriles y administrativas.

### **c. Metas**

- Que se realicen exámenes médicos generales una vez al año a 100 % de los colaboradores de las líneas de producción a partir de enero del año 2023.
- Que se lleven a cabo las evaluaciones ergonómicas y de estrés térmico por calor dos veces al año a partir de agosto del 2022, e implementar oportunidades de mejora si es pertinente.
- Contar con informes anuales del estado general de la salud de los colaboradores de las líneas de producción a partir de enero del año 2023.
- Contar con registros semestrales sobre las evaluaciones ergonómicas y de estrés térmico por calor a partir de agosto del año 2022.

### **d. Responsabilidades**

- Encargado de Salud Ocupacional:
  - Realizar las evaluaciones ergonómicas y de estrés térmico por calor de los colaboradores de las líneas de producción.
  - Registrar los datos de las evaluaciones ergonómicas y de estrés térmico por calor para contar un informe de resultados.

- Brindar las oportunidades de mejora que considere pertinentes a los controles del programa aplicados en la empresa.
- Departamento de Recursos Humanos:
  - Coordinar las revisiones médicas anuales de los colaboradores de las líneas de producción.
  - Archivar los informes generados de las mismas de dichas revisiones médicas (en caso de que sea necesario consultarlos).

#### e. Evaluaciones

En este apartado se indican las evaluaciones que se deben llevar a cabo.

##### 1. Exámenes médicos generales

Un médico general realizará chequeos médicos anuales (consulta general, hemograma completo y prueba de orina general) para conocer el estado de salud de cada colaborador de las líneas de producción. Estos parámetros serán archivados y se podrán consultar por el ESO, debido a que las condiciones individuales de salud pueden aumentar la vulnerabilidad ante las condiciones de exposición a altas temperaturas (Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball, 2018).

##### 2. Evaluaciones de riesgos ergonómicos y de las condiciones de estrés térmico por calor

###### 2.1. *Método REBA*

Se aplica esta metodología con el fin de conocer el nivel de riesgo al que están expuestos los trabajadores al desarrollar sus tareas durante la jornada laboral; esto, además, brinda el nivel de acción requerido y qué tan urgente es una intervención. Seguidamente, se muestran los pasos a seguir para llevar a cabo el método:

- Seleccionar previamente una muestra a estudiar.
- Observar las tareas que desempeña el trabajador durante varios de los ciclos de trabajo; estos ciclos pueden ser cortos o largos, y si no existen ciclos, se realizan evaluaciones en intervalos regulares.

- Se seleccionan las posturas a evaluar, siendo estas las que suponen una mayor carga postural, ya sea por su duración o frecuencia, o porque representan una mayor desviación respecto a la posición neutral.
- Se divide el cuerpo en dos segmentos: A (cuello, tronco, piernas) y B (brazo, antebrazo y muñeca).
- Se toman los datos angulares requeridos dependiendo de cada parte del cuerpo evaluada y se anotan en la “Bitácora de muestreo para mediciones del método REBA” (ver apéndice 24).
- Se obtienen las puntuaciones parciales y finales del método para la determinación de existencia de riesgos y establecimiento del nivel de riesgo y acción basándose en el anexo 5.

Este procedimiento estará a cargo del ESO debido a que cuenta con los conocimientos para la aplicación.

## 2.2. *Método ecuación de NIOSH*

Esta metodología se aplica para evaluar las tareas que implican levantamiento de cargas para conocer el peso máximo recomendado (RWL, por sus siglas en inglés) para evitar el riesgo por lumbalgias u otros problemas de espalda, y el índice de levantamiento (LI), que permite identificar los levantamientos peligrosos. Seguidamente, se muestran los pasos a seguir para aplicar el método:

- Seleccionar previamente una muestra a estudiar.
- Observar la actividad desarrollada por el trabajador durante un periodo de tiempo y se analizó en qué consisten las tareas realizadas por el trabajador.
- Se determina el cumplimiento de las condiciones de aplicabilidad de la ecuación de NIOSH y si se debe aplicar algún factor de corrección, ya sea porque el peso es levantado con una sola mano o si es levantado por varias personas.
- Se determina las tareas a evaluar y se analizó si se consideran como tarea simple o multitarea dependiendo de los criterios que indica el método.
- Para cada una de las tareas, se establece si existe control significativo de la carga en el destino de levantamiento, ya sea porque la carga tiene que ser

depositada con exactitud, mantenerse suspendida por un tiempo antes de colocarla o el lugar de destino tiene dificultades de acceso.

- Se toman los datos pertinentes para cada tarea: peso, distancias horizontales y verticales, frecuencia y duración de levantamientos, tiempo de recuperación, tipo de agarre y ángulos de asimetría.
- Se calculan los factores multiplicadores de la ecuación de NIOSH (HM, VM, DM, AM, FM y CM), para cada tarea en el origen y en el destino de levantamiento.
- Conocidos los factores, se obtiene el valor de peso máximo recomendado (RWL) para cada tarea mediante la aplicación de la ecuación de NIOSH.

$$RWL = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

*Figura 27. Ecuación de NIOSH  
Fuente: Ergonautas (2015).*

- Se calcula el índice de levantamiento (IL o LI).

$$LI = \frac{\text{Peso de la carga levantada}}{RWL}$$

*Figura 28. Ecuación del índice de levantamiento (LI)  
Fuente: Ergonautas (2015).*

- Se revisan los valores de los factores multiplicadores para la determinación de dónde es necesario aplicar correcciones.
- Se registran las evaluaciones en el “Bitácora de muestreo para mediciones del método de la ecuación de NIOSH” (ver apéndice 25).

### 2.3. *Evaluación del Cuestionario de dolencias musculoesqueléticas de la Universidad de Cornell*

A continuación, se indican los pasos para realizar la evaluación del Cuestionario de Cornell:

- Utilizar el anexo 4 para cada trabajador que se vaya a evaluar.

- Del mismo anexo, el trabajador debe completar los siguientes datos por cada zona del cuerpo:
  - En la última semana trabajada, ¿con qué frecuencia sintió dolor, molestia o incomodidad?
  - Si ha experimentado dolor, ¿qué tan intenso ha sido?
  - Si ha tenido dolor, ¿el dolor ha interferido con su capacidad para trabajar?
- El encargado de Salud Ocupacional debe analizar los datos por medio gráficos y cuadros de Microsoft Excel.

#### 2.4. *Monitoreo de estrés térmico por calor*

A continuación, se redactan los pasos a seguir para realizar:

- Seleccionar previamente una muestra a estudiar.
- Antes de instalar y estabilizar el medidor de estrés térmico, humedecer el sensor de bulbo húmedo.
- Al encender el equipo, esperar 15 minutos a que se estabilice.
- Identificar el punto de medición donde se posicionará el equipo de medición.
  - Este no debe interferir con el desarrollo normal de las actividades laborales.
- Colocar el equipo en un trípode a 1,5 metros de altura en el punto anteriormente establecido.
- Tomar las mediciones en un intervalo de tiempo previamente estipulado por la persona evaluadora.
- Registrar las evaluaciones en el “Acta de muestreo para mediciones de estrés térmico por calor” (ver apéndice 26).
- Realizar la evaluación en el mismo punto por un mínimo de 3 días laborales.
- Evaluar como mínimo durante un tiempo del 70 % de la jornada laboral.

Este procedimiento estará a cargo del encargado de Salud Ocupacional debido a que cuenta con los conocimientos y el equipo de medición.

## **F. Plan de capacitación del programa**

### **a. Propósito**

Educar a los trabajadores acerca de temas relacionados a la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y por exposición a calor, con el fin de promover la concientización en los trabajadores sobre prácticas correspondientes al tema.

### **b. Alcance**

Las capacitaciones van dirigidas a todo el personal de la empresa involucrado en el programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción.

### **c. Metas**

- Que el 100 % de los participantes del plan de capacitación del programa sean capacitados en los temas que les corresponden entre marzo y abril del año 2022.
- Que el 100 % de los participantes del plan de capacitación del programa se sientan satisfechos con los temas impartidos en las capacitaciones de marzo y abril del año 2022.

### **d. Responsabilidades**

- Encargado de Salud Ocupacional:
  - Planificar, impartir y darle seguimiento a cada una de las capacitaciones del programa.
  - Contar con un 'formulario de asistencia' para cada una de las capacitaciones impartidas.
- Participantes:
  - Asistir a las capacitaciones que se le asignaron (ver cuadro 32) y firmar el formulario de asistencia.

e. Plan de capacitaciones del programa

En esta sección se presentan las capacitaciones que se deben dar para poder implementar y desarrollar el programa de manera eficiente y organizada.

**Cuadro 32.** Planificación de las capacitaciones del programa

Tema	Objetivo	Contenido	Recursos	Duración (h)	Participantes	Responsable	Fecha
Instrucción sobre los diversos procedimientos del programa	Comprender los objetivos del programa, sus componentes y las responsabilidades y funciones asociadas a cada parte involucrada	Explicación de los componentes del programa y comunicación de las funciones de cada participante	Área para impartir la capacitación, computadora, equipo de proyección, presentación visual del programa y formulario de asistencia (ver apéndice 27)	2	Gerente General, Encargado de Mantenimiento, Encargado de Producción y Departamentos: Recursos Humanos, Planeación, Inventarios, Calidad y Finanzas	Encargado de Salud Ocupacional	Marzo 2022
Procedimiento de guía de pausas activas (GP-01)	Explicar el concepto de pausas activas y los lineamientos necesarios a seguir durante una jornada laboral	Conceptos relacionados a pausas activas y la guía de ejercicios a seguir	Área para impartir la capacitación, computadora, equipo de proyección, presentación visual del programa y formulario de asistencia (ver apéndice 27)	1,5	Encargados, supervisoras y trabajadores de las líneas de producción	Encargado de Salud Ocupacional	Abril 2022
Procedimiento de manejo manual de cargas	Explicar el concepto de manejo manual de cargas y los lineamientos necesarios a seguir	Conceptos relacionados al manejo manual de cargas y las pautas a	Área para impartir la capacitación, computadora, equipo de proyección, presentación visual del programa	1,5	Supervisoras y trabajadores de las líneas de producción	Encargado de Salud Ocupacional	Abril 2022

(MC-01)	durante una jornada laboral	seguir al manipular cargas	y formulario de asistencia (ver apéndice 27)				
Procedimiento de guía de buenas prácticas de postura corporal (PC-01)	Explicar el concepto de higiene postural y los lineamientos necesarios a seguir durante una jornada laboral	Conceptos relacionados a las posturas y las pautas a seguir	Área para impartir la capacitación, computadora, equipo de proyección, presentación visual del programa y formulario de asistencia (ver apéndice 27)	1,5	Supervisoras y trabajadores de las líneas de producción	Encargado de Salud Ocupacional	Abril 2022
Procedimiento de descanso (PD-01)	Brindar las instrucciones sobre la aplicación del presente procedimiento	Explicación de conceptos y pasos del procedimiento y el efecto negativo en la salud por la falta de descanso	Área para impartir la capacitación, computadora, equipo de proyección, presentación visual del programa y formulario de asistencia (ver apéndice 27)	1,5	Encargados, supervisoras y trabajadores de las líneas de producción	Encargado de Salud Ocupacional	Abril 2022
Procedimiento de hidratación (PH-01)	Sensibilizar a los colaboradores de las líneas de producción sobre la importancia de mantenerse hidratado	Explicación de conceptos básicos de hidratación, el funcionamiento del procedimiento y los posibles síntomas físicos causados por deshidratación	Área para impartir la capacitación, computadora, equipo de proyección, presentación visual del programa y formulario de asistencia (ver apéndice 27)	1,5	Departamento de Planeación, supervisoras y trabajadores de las líneas de producción	Encargado de Salud Ocupacional	Abril 2022
Procedimiento de aclimatación (PA-01)	Conocer la importancia de realizar el proceso de aclimatación antes de empezar a laborar en un ambiente de alta temperatura	Explicación del concepto aclimatación, los pasos a seguir para realizar este proceso y los efectos contraproducentes de no efectuar un	Área para impartir la capacitación, computadora, equipo de proyección, presentación visual del programa y formulario de asistencia (ver apéndice 27)	1,5	Supervisoras de las líneas de producción y nuevos colaboradores de las líneas de producción	Encargado de Salud Ocupacional	Abril 2022

		procedimiento de aclimatización					
Procedimiento de rotación de personal (RP-01)	Explicar el funcionamiento del mecanismo de rotación y el su propósito	Compartir información sobre los efectos negativos de estar directamente expuesto a un foco de calor y las ventajas del proceso de rotación de personal	Área para impartir la capacitación, computadora, equipo de proyección, presentación visual del programa y formulario de asistencia (ver apéndice 27)	1,5	Departamento de Planeación, encargados y trabajadores de las líneas de producción	Encargado de Salud Ocupacional	Abril 2022

Para conocer el nivel de satisfacción de todos los participantes en las diferentes capacitaciones, se debe utilizar el formulario de evaluación de la satisfacción del plan de capacitaciones del programa (ver apéndice 28).

## **G. Evaluación y seguimiento**

### **a. Propósito**

Proporcionar una guía que permita el conocimiento del nivel de cumplimiento de los controles propuestos, así como la evaluación de los objetivos y metas desarrollados en el programa de exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y por exposición a calor.

### **b. Alcance**

Se establece una sección de evaluación y seguimiento del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa HMA Maquilas S.A., la cual permite evaluar el cumplimiento y el desarrollo de los apartados que componen el mismo.

### **c. Metas**

- Que se evalúen el 100 % de los componentes establecidos en el programa de exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y por exposición a calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa.
- Que más del 85 % de los componentes del programa de exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y por exposición a calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa se cumplan.
- Que se designe al menos un monto superior al 85 % del presupuesto del programa de exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y por exposición a calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa, necesario para la aplicación de los controles ingenieriles y administrativos.

### **d. Responsabilidades**

- Gerente General:
  - Aprobar los cambios y medidas de mejora que el encargado de Salud Ocupacional decida implementar en el programa de exposición

ocupacional a riesgos ergonómicos y por exposición a calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa.

- Encargado de Salud Ocupacional:
  - Evaluar los componentes (ver cuadro 33) del programa de exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y por exposición a calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa y la eficacia de los controles establecidos.
  - Comunicar al encargado de Mantenimiento cualquier cambio y mejora que decida implementar.
- Departamento de Finanzas:
  - Aprobar el presupuesto, en conjunto con el Gerente General, del programa de exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y por exposición a calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa.
  - Aprobar y notificar cambios y medidas de mejora que el encargado de Salud Ocupacional decida implementar en el programa de exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y por exposición a calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa, que impliquen cambios en el presupuesto inicial.

e. Desarrollo

El presente apartado es para conocer el porcentaje de cumplimiento de los controles ingenieriles y administrativos propuestos para disminuir los riesgos de exposición de ergonomía y a estrés térmico por calor, obtener el nivel de cumplimiento del presente programa y lograr determinar si éste es exitoso.

1. Programación para la evaluación y seguimiento

El cuadro 33 indica las herramientas a utilizar para evaluar y darle seguimiento al programa, especificando la evaluación por componentes de este y quién debe realizarla.

**Cuadro 33.** Plan de evaluación y seguimiento del programa

Componente del programa a evaluar	Actividad	Formulario de evaluación	Responsable	Frecuencia
Generalidades, planificación y participación	Aplicación de la herramienta de evaluación mediante observación no participativa	Formulario de lista de verificación de cumplimiento de responsabilidades del programa (ver apéndice 29)	Encargado de Salud Ocupacional	Cada 6 meses o cada año
Controles ingenieriles y administrativos de ergonomía y estrés térmico por calor	Aplicación de la herramienta de evaluación mediante observación no participativa	Formulario de lista de verificación sobre el nivel de cumplimiento del programa (ver apéndice 30)	Encargado de Salud Ocupacional	Cada 6 meses o cada año
Vigilancia de la salud	Evaluaciones generales médicas	Las realiza un médico externo contratado por la empresa	Médico general	1 vez al año
	Evaluaciones ergonómicas y monitoreo de estrés térmico por calor	Formulario de lista de verificación del cumplimiento de salud (ver apéndice 31)	Encargado de Salud Ocupacional	Cada 6 meses
Seguimiento de los controles ingenieriles y administrativos ergonómicos y de estrés térmico por calor	Aplicación de la herramienta de evaluación mediante observación no participativa	Formulario de lista de verificación ergonómica de la OIT, secciones sobre ergonomía y calor (ver apéndice 18)	Encargado de Salud Ocupacional	Cada 6 meses

### 1.1. Porcentaje de cumplimiento del programa

Para calcular el porcentaje de cumplimiento de los componentes del programa, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de cumplimiento del programa: } \frac{\text{Ítems que sí cumplen}}{\text{Totalidad de los ítems}} * 100$$

*Figura 29. Porcentaje de cumplimiento de los componentes del programa*

Una vez determinado el porcentaje de cumplimiento del programa, el Encargado de Salud Ocupacional deberá indicar si éste es superior al 85 %, si se encuentra en un rango del 50 % al 85 %, o si el resultado es menor al 50 %. Si el porcentaje no se encuentra por encima del 85 %, es responsabilidad del encargado

de Salud Ocupacional brindar las mejoras (de ser el caso) al programa y reevaluar si una vez aplicadas, el porcentaje de cumplimiento aumenta.

La figura 29 se debe aplicar a los formularios del cuadro 33 (excepto para la evaluación médica general) con el fin de conocer el porcentaje de cumplimiento de los componentes del programa.

### 1.2. Porcentaje de cumplimiento del presupuesto para el programa

Para determinar el porcentaje de cumplimiento del presupuesto para ejecutar programa, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de cumplimiento del presupuesto: } \frac{\text{Monto asignado (€)}}{\text{Monto solicitado (€)}} * 100$$

*Figura 30. Porcentaje de cumplimiento del presupuesto para el programa*

Una vez determinado el porcentaje de cumplimiento del presupuesto del programa, el ESO deberá indicar si éste es superior al 85 %, si se encuentra en un rango del 50 % al 85 %, o si el resultado es menor al 50 %. Si el porcentaje no se encuentra por encima del 85 %, es responsabilidad del ESO comunicar al Gerente General y al Departamento de Finanzas los ajustes propuestos y los posibles recursos económicos adicionales a aplicar en caso de ser necesario para continuar y lograr la implementación de la mayor cantidad de componentes del programa. Esta fórmula se debe aplicar dependiendo de la frecuencia de cada apartado del cuadro 33.

Para el porcentaje de presupuesto de cumplimiento del programa, se propone el siguiente orden prioritario de inversión (ver cuadro 34) en caso de no poder implementar todos los controles ingenieriles y administrativos indicados en el programa en las fechas planificadas.

**Cuadro 34.** Orden prioritario de la implementación de los controles ingenieriles y administrativos del programa

Control	Prioridad	Posee costo asociado
Propuesta 1, alternativa 1: Plataformas individuales de altura ajustable incorporadas a las líneas de producción	Alta	Sí

Propuesta 2, alternativa 1: Mesa de elevación de tijera manual móvil	Alta	Sí
Propuesta 3, alternativa 1: Alfombras antifatiga Kleen Comfort para zonas industriales	Baja	Sí
Procedimiento de guía de ejercicios para pausas activas (GP-01).	Alta	No
Procedimiento de manejo manual de cargas (MC-01).	Media	No
Procedimiento de guía de buenas prácticas de postura corporal (PC-01).	Media	No
Alternativa 1: Sistema de ventilación natural con monitor en el techo, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8.	Alta	Sí
Procedimiento de descanso (PD-01).	Baja	No
Procedimiento de hidratación (PH-01).	Media	Sí
Procedimiento de aclimatación (PA-01).	Alta	No
Procedimiento de rotación personal (RP-01).	Alta	No
<p>Significado prioridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta: implementar inmediatamente.</li> <li>• Media: implementar lo antes posible.</li> <li>• Baja: implementar cuando sea posible.</li> </ul>		

## H. Cronograma de actividades

A continuación, se presenta el cronograma de actividades de las diferentes etapas del programa.

**Cuadro 35.** Cronograma de actividades del programa

Actividad	Mes																																			
	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Entrega del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa HMA Maquilas S.A.																																				
Revisión y aprobación del programa por parte del Encargado de Salud Ocupacional																																				





## I. Presupuesto del programa

En este apartado se presenta el presupuesto necesario para poder ejecutar el programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa HMA Maquilas S.A.

**Cuadro 36.** Presupuesto de las propuestas a aplicar en el programa

Control	Cantidad	Proveedor/Marca	Costo total de implementación (₡)
<b>Control ergonómico</b>			
Plataformas individuales de altura ajustable incorporadas a las líneas de producción (propuesta 1, alternativa 1)	12	Fabricante independiente	784 220
Mesa de elevación de tijera manual móvil (propuesta 2, alternativa 1)	2	Tairuli	184 198
Alfombras antifatiga Kleen Comfort para zonas industriales (propuesta 3, alternativa 1)	42	Kleen Comfort	702 408
<b>Control de estrés térmico por calor</b>			
Procedimiento de hidratación (PH-001)	1	Dispensador Mastertech	77 000
Sistema de ventilación natural con monitor en el techo, recubrimiento del horno de la línea 2 y sistema de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8 (alternativa 1)	1	Vidrios Tres Américas Remodelaciones López Manejo de Cargas y Fluidos Equipos REINOX	2 051 441
<b>Vigilancia de la salud</b>			
Consulta externa de medicina general	54	MediSmart	2 117 232
Examen de orina	54	MediSmart	42 552
Hemograma completo	54	MediSmart	72 306
<b>Costa total con IVA</b>			<b>6 031 357</b>

## **J. Conclusiones**

- Al utilizar la matriz RACI, se determinaron las responsabilidades de cada parte interesada, mediante una división eficiente y ordenada de estas, para el desarrollo y cumplimiento del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor.
- Con la implementación y ejecución del programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción de HMA Maquilas S.A., se pretende disminuir las condiciones de riesgo relacionados con estos temas que actualmente afectan a los trabajadores de la empresa.
- No se propuso equipo de protección personal para las manos y muñecas porque no existe equipo específico que pueda disminuir las dolencias musculoesqueléticas en estas áreas, sin embargo, con las alternativas propuestas se pretende que estas ayuden a disminuir dolencias en las extremidades inferiores y que, por consecuente, al mitigar posturas incorrectas, estas también tengan un impacto positivo en las extremidades superiores.
- La ecuación establecida para determinar el cumplimiento de los diferentes componentes del programa permite conocer el porcentaje de cumplimiento de las diferentes partes de este con el fin de evaluar y brindar seguimiento a los controles administrativos e ingenieriles más prioritarios.
- El presente programa se basa en el análisis de las condiciones y personal presentes al momento de las mediciones. Por tanto, el ingreso de nuevo personal en las líneas de producción podría representar un cambio significativo en los resultados de las evaluaciones que se realicen para el seguimiento del programa.

## **K. Recomendaciones**

- Con el objetivo de mitigar las condiciones de riesgo ergonómicas y de estrés térmico por calor a los que se encuentran expuestos los trabajadores de las líneas de producción, se recomienda aprobar e implementar el programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa HMA Maquilas S.A.
- Se recomienda incorporar en un futuro alfombras antifatiga hechas a la medida y que se puedan adherir a la superficie de las plataformas individuales incorporadas a las mesas de las líneas de producción, para que todos los trabajadores puedan contar con este tipo de medida.
- Asimismo, se recomienda que se incorpore, paulatinamente, más cantidad de plataformas sobre las que se ponen de pie los trabajadores, para que una mayor cantidad de colaboradores tenga acceso a ellas. Se propone como mínimo 3 plataformas necesarias en cada una de las líneas de producción.
- Antes de implementar las medidas de control ingenieril de estrés térmico por calor, se recomienda volver a realizar las mediciones del local de HMA Maquilas S.A. con un medidor de distancia láser para reducir el grado de error humano que tienen las medidas tomadas con cinta métrica.
- Para llevar a cabo la totalidad del programa, y cumplir con los objetivos y metas de ergonomía y estrés térmico por calor, todas las partes involucradas deben conocer y cumplir con las funciones y responsabilidades asignadas.
- Se recomienda que se realicen las evaluaciones ergonómicas y de estrés térmico por calor de manera semestral para verificar que los resultados cumplen con la normativa de referencia que se utiliza a nivel nacional.
- Se recomienda realizar mediciones de estrés térmico por calor en los meses de marzo a mayo, que sería la primer medición semestral del año 2022, debido a que los resultados obtenidos en el análisis de la situación actual se ejecutaron en el mes de agosto, el cual presenta condiciones termohigrométricas más bajas, permitiendo así evaluar los escenarios más críticos posibles.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Academia de Gestión de Proyectos Empresariales (AGPE). (2018). *Matriz RACI*. <https://academiagpe.com/wp-content/uploads/2018/02/H-RACI-Ficha.pdf>
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). (2009) *Fundamentals ASHRAE Handbook. American Society of Heating, Refrigeration and Air - Cooling Engineers*. (I—P, ed.). American Society of Heating, Refrigeration and Air - Cooling Engineers, Inc.
- Arenas, L & Cantú, O. (2013). Factores de riesgo de trastornos musculoesqueléticos crónicos laborales. *Medicina Interna de México*, 29(4), 370-379.
- Asociación Española de Normalización (AENOR). (2005). *UNE-EN ISO 7933:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada*.
- Asociación Española de Normalización (AENOR). (2005). *UNE-EN ISO 8996:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica*.
- Asociación Española de Normalización (AENOR). (2010). *UNE-EN ISO 9920:2009 (Ratificada). Ergonomía del ambiente térmico. Estimación del aislamiento térmico y la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa*.
- Asociación Española de Normalización (AENOR). (2011). *UNE-EN 527-1:2011. Mobiliario de oficina. Mesas de trabajo y escritorios. Parte 1: Dimensiones*.
- Asociación Española de Normalización (AENOR). (2017). *UNE-EN ISO 7243:2017 (Ratificada). Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo)*.
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). (2021). *Tarifas Autobús*. <https://aresep.go.cr/autobus/tarifas>
- Barba Morán, M. (2007). *El Dictamen Pericial en Ergonomía y Psicología*

*Aplicada: Manual para la formación del perito.* Tebar. <https://www-digitaliapublishing-com.ezproxy.itcr.ac.cr/a/12958>

Bartolomé, E. (1999). *Spring 3.0.* [Software].

Behar Rivero, D. S. (2008). *Metodología de la investigación* (A. Rubeira ed.) [Libro electrónico]. Shalom  
<http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

Camacho, D. I. (2013). Estrés Térmico en Trabajadores Expuestos al Área de Fundición en una Empresa Metalmeccánica, Mariara. 2004–2005. *Ciencia & Trabajo*: 15(46), 3-4. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/cyt/v15n46/art07.pdf>

Carpio, M.J. (2021). *Ubicación geográfica de la empresa HMA Maquilas S.A.*

Castejón, E. (s.f). *Extracción localizada* (1.ª ed.) [Libro electrónico]. Universitat Oberta de Catalunya.

Centro Integral de Nutrición Islas Baleares (CINIB). (2019). *Obesidad + calor, mala combinación.* <https://www.cinib.es/revista/151-revista-julio-2019/340-obesidad-calor-mala-combinacion>

Cifasal. (2008). *Manual de Higiene Postural.* <https://launicaasociacion.es/wp-content/uploads/2015/06/2008-Manual-de-Higiene-Postural.pdf>

Consejo de Salud Ocupacional (CSO). (2019). *Estadísticas de Salud Ocupacional 2019.*  
[https://www.cso.go.cr/documentos\\_relevantes/consultas/Estadisticas%20Salud%20Ocupacional%202019.pdf](https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/consultas/Estadisticas%20Salud%20Ocupacional%202019.pdf)

Consejo de Salud Ocupacional (CSO). (2018). Guía para la elaboración del Programa de Salud Ocupacional.  
[https://www.cso.go.cr/documentos\\_relevantes/manuales\\_guias/guias/Guia%20Programa%20Salud%20Ocupacional.pdf](https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/manuales_guias/guias/Guia%20Programa%20Salud%20Ocupacional.pdf)

Consejo de Salud Ocupacional (CSO). (2020). *Reglamento para la Prevención y*

*Protección de las Personas Trabajadoras Expuestas a Estrés Térmico por Calor.* Decreto 39147-S-MTSS.

[https://www.cso.go.cr/documentos\\_relevantes/manuales\\_guias/guias/Guia\\_Reglame](https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/manuales_guias/guias/Guia_Reglame)

Cortés Díaz, J. (2018). *Seguridad y salud en el trabajo: Técnicas de prevención de riesgos laborales* (11a ed.). Tebar. [https://www-digitaliapublishing-com.ezproxy.itcr.ac.cr/a/59449nto\\_para\\_la\\_preencion\\_estres\\_termico.pdf](https://www-digitaliapublishing-com.ezproxy.itcr.ac.cr/a/59449nto_para_la_preencion_estres_termico.pdf)

Cortés Rojas, S.E. (2015). Condiciones de confort térmico en áreas de climas templados, las plazas del Centro Histórico de las Serenas (Chile). [Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Madrid]. [http://oa.upm.es/42922/1/SERGIO\\_EDUARDO\\_CORTES\\_ROJAS\\_01.pdf](http://oa.upm.es/42922/1/SERGIO_EDUARDO_CORTES_ROJAS_01.pdf)

Ergonautas. (2015). *Evaluación postural mediante el método REBA*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

Ergonautas. (2015). *Evaluación de la repetitividad de movimientos mediante el método JSI*. Universidad Politécnica de Valencia. [http://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi\\_ayuda.php](http://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi_ayuda.php)

Ergonautas. (2015). *Evaluación ergonómica del levantamiento de carga mediante la ecuación de NIOSH*. Universidad Politécnica de Valencia. <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>

Ergonautas. (2015). *Evaluación postural mediante el método RULA*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Fisiobahía. (2019). *Higiene Postural: posiciones adecuadas y ejercicios*. <https://fisiobahia.net/higiene-postural/>

García, A. M., Boix, P., G. Benavides, F., Gadea, R., Rodrigo, F., & Serra, C. (2016). Participación para mejorar las condiciones de trabajo: Evidencias y experiencias. *Gaceta Sanitaria*, 30, 87-92. doi: <https://doi-org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.1016/j.gaceta.2016.03.006>

- Guillén Fonseca, M. (2006). Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional. *Enfermer*, 22 (4). EBSCOhost. <http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.itcr.ac.cr/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=44690b0e-1eb6-460e-811b-fbbab24ee05e%40sessionmgr4008>
- Guzmán-Velasco, A., & Diago-Franco, J. L. (2019). Coexistence of musculoskeletal disorders in the upper body of labor origin. *Duazary. Revista de La Facultad de Ciencias de La Salud*, 16(2), 193–203. <https://doi-org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.21676/2389783X.2749>
- Haworth, S. (2021). *Matriz RACI Simplificado: Cómo Crear Una Matriz De Responsabilidades Que Realmente Funcione*. The Digital Project Manager. <https://thedigitalprojectmanager.com/es/grafico-raci-manera-mas-simple/>
- HMA Maquilas S.A. (2021). *Misión y Visión de la Empresa HMA Maquilas S.A.*
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.a ed.). McGraw Hill Interamericana.
- Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales (IAPRL). (2016). *Ergonomía “aplicada” Gestión de la prevención de los TME*. <http://www.iaprl.org/blog/ergonomia-aplicada-gestion-de-la-prevencion-de-los-tme/>
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). (2016). *INTE/ISO 7730:2016. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local*.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). (2016). *INTE 31-09-09:2016. Salud y seguridad en el trabajo. Requisitos para la elaboración de programas de salud y seguridad en el trabajo*.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). (2016). *INTE/ISO 6385:2016 Salud y Seguridad en el trabajo. Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo*.

- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). (2020). *INTE/ISO 8996:2020 Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica.*
- Instituto Nacional de Seguros. (2012). *Medidas de Ergonomía en el Trabajo.*  
[https://www.ins-cr.com/media/2630/1006236medidasdeergonomiaeneltrabajo\\_web1.pdf](https://www.ins-cr.com/media/2630/1006236medidasdeergonomiaeneltrabajo_web1.pdf)
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2011). *NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I).*  
<https://www.insst.es/documents/94886/328579/922w.pdf/86188d2e-7e81-44a5-a9bc-28eb33cb1c08#:~:text=El%20estr%C3%A9s%20t%C3%A9rmico%20corresponde%20a,de%20la%20ropa%20que%20llevan>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2011). *Manipulación manual de cargas. Guía Técnica del INSHT.*  
<https://www.insst.es/documents/94886/509319/GuiatecnicaMMC.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2017). *Ergonomía (desórdenes musculoesqueléticos).*  
<https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/ergonomia.html>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2019). *Guía para la gestión de la prevención de riesgos laborales por exposición al calor.*  
<https://umivale.es/dam/web-corporativa/Documentos-prevenci-n-y-salud/Gesti-n-PRL/Gu-a-para-la-gesti-n-de-la-PRL-por-exposici-n-al-calor.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (s.f). *Manipulación manual de carga. Pasos a seguir.*  
<https://www.ulpgc.es/sites/default/files/ArchivosULPGC/Servicio%20de%20Prevencion%20de%20Riesgos/08-manipulacion-v.pdf>

- Instituto Riojano de Salud Laboral Logroño (2010). *Riesgo de estrés térmico por calor*. [http://www.exyge.eu/blog/wp-content/uploads/2014/07/prl\\_estres\\_termico\\_calor.pdf](http://www.exyge.eu/blog/wp-content/uploads/2014/07/prl_estres_termico_calor.pdf)
- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. (ISTAS-CCOO). (2019). Exposición Laboral a estrés térmico por calor y sus efectos en la salud ¿Qué hay que saber? Valencia, España. [https://istas.net/sites/default/files/2019-04/Guia%20EstresTermico%20por%20exposicion%20a%20calor\\_0.pdf](https://istas.net/sites/default/files/2019-04/Guia%20EstresTermico%20por%20exposicion%20a%20calor_0.pdf)
- Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball (INVASSAT). (2018). Protocolo para el trabajo en épocas de altas temperaturas. <https://www.uniondemutuas.es/wp-content/uploads/2018/07/Recomendaciones-TRABAJO-altas-temperaturas.pdf>
- Jacklitsch, B., Williams, J., Musolin, K., Coca, A., Kim, J.H., y Turner, N. (2016). *NIOSH criteria for a recommended standard: occupational exposure to heat and hot environments*. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf>
- Jiménez, S. (2021). Organigrama de la empresa HMA Maquilas S.A.
- Laboratorio de Ergonomía Aplicada (ITCR) y Escuela de Terapia Física (UCR). Pausas Activas. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2020/04/02/mejore-su-salud-energia-jercicio-pausas-activas-trabajo>
- Marín, D. (2021). Diagrama de proceso general de la empresa HMA Maquilas S.A.
- Méndez, A. (2021). Información general de la empresa HMA Maquilas S.A.
- Mendinueta-Martínez, M., Herazo-Beltrán, Y., Avendaño-Romero, J., Toro-García, L., Cetares-Barrios, R., Ortiz-Berrio, K., & Ricardo-Caiafa, Y. (2020). Riesgo por movimiento repetitivo: en los miembros superiores de trabajadores. Factores personales y laborales. *Archivos Venezolanos de Farmacología y*

*Terapéutica*, 39(6), 781–786. <https://doi-org.ezproxy.itcr.ac.cr/10.5281/zenodo.4407949>

Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social (2019). *Trastornos Musculoesqueléticos*. <https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp-content/uploads/2019/04/riesgos-bloque-1-trastornosmusculoesqueleticos-saludlaboralydiscapacidad.pdf>

Morales, V. (2021). *Decreto N° 39147S-TSS. Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor*. [https://www.cso.go.cr/legislacion/decretos\\_normativa\\_reglamentaria/Decreto%20N%C2%B0%2039147%20S%20TSS%20Reglamento%20para%20la%20Prevencion%20Proteccion%20de%20las%20Personas%20Trabajadoras%20Expuestas%20a%20Estrés%20Térmico%20por%20calor.pdf](https://www.cso.go.cr/legislacion/decretos_normativa_reglamentaria/Decreto%20N%C2%B0%2039147%20S%20TSS%20Reglamento%20para%20la%20Prevencion%20Proteccion%20de%20las%20Personas%20Trabajadoras%20Expuestas%20a%20Estrés%20Térmico%20por%20calor.pdf)

NIOSH (2016). NIOSH criteria for a recommended standard: occupational exposure to heat and hot environments. By Jacklitsch B, Williams WJ, Musolin K, Coca A, Kim J-H, Turner N. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH). Publication 2016-106.

Ordóñez, A. (2021). *Confort térmico y cuerpo humano*. Soluciones Arquitectónicas y Urbanas Sustentables S.A. <https://www.seiscubos.com/conocimiento/confort-termico-y-cuerpo-humano>

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (1996). *Lista de comprobación ergonómica. Soluciones prácticas y de sencilla aplicación para mejorar la seguridad, salud y condiciones de trabajo*. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/instructionalmaterial/wcms\\_345646.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/instructionalmaterial/wcms_345646.pdf)

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2000). *Ergonomic checkpoints. Soluciones prácticas y de sencilla aplicación para mejorar la seguridad, la salud y las condiciones de trabajo*. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene

en el Trabajo, Trad.). (Obra original publicada en 1996).  
<https://www.insst.es/documents/94886/96076/listacomprobacionergonomic/a/512fee28-fa3c-4732-a7b0-fd6c9bc05692>

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2019). *Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo. Aprovechar 100 años de experiencia*.  
[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms\\_686762.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_686762.pdf)

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2004). *Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo*.  
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42803/9243590537.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *Obesidad y sobrepeso*.  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Párraga Farfán, G. (2018). "Análisis de la relación existente entre los factores de riesgos físicos y ergonómicos con los trastornos musculoesqueléticos de los trabajadores del área de Compras de una Industria Oleaginosa de Manabí. [Tesis de maestría, Universidad San Gregorio de Portoviejo]. Repositorio Institucional de la Universidad San Gregorio de Portoviejo.  
<http://repositorio.sangregorio.edu.ec:8080/bitstream/123456789/801/1/MSSO-2018-23.pdf>

Ridyard, D., Tapp, L., y Wylie, L. (2001). *Ergonomic Job Measurement System*. American Society of Safety Engineers.  
<https://aeasseincludes.assp.org/professionalsafety/pastissues/046/01/035897pa.pdf>

Robles, A., y Arias, E. (2015). *Metodologías de Evaluación: Exposición Ocupacional a Ruido y casos de análisis en agentes ambientales físicos; módulo exposición ocupacional a ruido*. 1 ed. SALTRA.  
<https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/12011/Metodolog%EDa%20WEB.pdf?sequence=1>

- Rodríguez, D. (2019). *Observación no participante: características, ventajas y desventajas*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/observacion-no-participante/>
- Salvendy, G. (Ed.). (2012). *Handbook of human factors and ergonomics*. ProQuest Ebook Central <https://www.proquest.com>
- Subirán, C. G. *La relevancia de los trastornos musculoesqueléticos en el ámbito laboral: aproximación a su situación actual*. Gestión Práctica de Riesgos Laborales, [s. l.], n. 192, p. 32–43, 2021. <https://search-ebshost-com.ezproxy.itcr.ac.cr/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=150155599&lang=es&site=ehost-live>
- Unimat. (2021). *Beneficios y Ventajas de los Tapetes Antifatiga*. <https://www.unimat.com.mx/mat/productos/mexico/beneficios-y-ventajas-de-los-tapetes-antifatiga/>
- Universidad de Costa Rica (UCR). TCU 502 Higiene Postural. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/11171/higienepostural.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Vázquez Veloz, L., Escárcega Castellanos, J., & Medina Borja, A. (2009). *Sistema de evaluación ergonómica, para estaciones de trabajo con ensamble manual, en los procesos de producción, en la industria maquiladora del Noreste del Estado de Sonora*. XV Congreso Internacional de Ergonomía SEMAC, Sonora, México. <http://semac.org.mx/archivos/congreso11/EVAL6.pdf>
- Villar Fernández, M. (2014). *Riesgos de trastornos musculoesqueléticos en la población laboral española*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Riesgos+de+trastornos+musculesquel%C3%A9ticos+en+la+poblaci%C3%B3n+laboral+espa%C3%B1ola.pdf/05a4d9f7-0b52-413a-b63e-37bdfae418fe?t=1527155960245>
- Vorvick, L. J. (2019). *Body temperature norms*. MedlinePlus. A.D.A.M. Editorial. <https://medlineplus.gov/ency/article/001982.htm>

## IX. APÉNDICES

**Apéndice 1.** Entrevista sobre las condiciones actuales de la empresa en temas de salud y seguridad laboral

<b>Entrevista sobre las condiciones actuales de la empresa en temas de salud y seguridad laboral para el encargado de salud ocupacional de la empresa GACSO S.A., quien labora para HMA Maquilas S.A.</b>			
Fecha:			
Hora:			
Entrevistadoras:			
Entrevistado:			
<b>La siguiente lista tiene como fin recopilar información relevante sobre la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor de la empresa HMA Maquilas S.A.</b>			
<i>Preguntas</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>
1. ¿Cuentan con una valoración de riesgos?			¿Cuáles son los de mayor importancia?
2. ¿Cuentan con equipo de protección personal?			¿Qué tipo?
3. ¿Utilizan EPP en el área de planta?			¿Cuáles?
4. ¿Hay salidas de emergencia en el área de planta?			¿Cuántas?
5. ¿Hay ventanas en el área de planta?			¿Cuántas?
6. ¿Cuentan con aire acondicionado o ventiladores industriales?			¿Cuántos?
7. ¿Tienen reportes de accidentabilidad e incapacidades?			¿Cuál es la mayor causa de estos?
8. ¿Hay médico de empresa?			
9. ¿Hay brigada de emergencias?			¿Por quiénes está conformada?

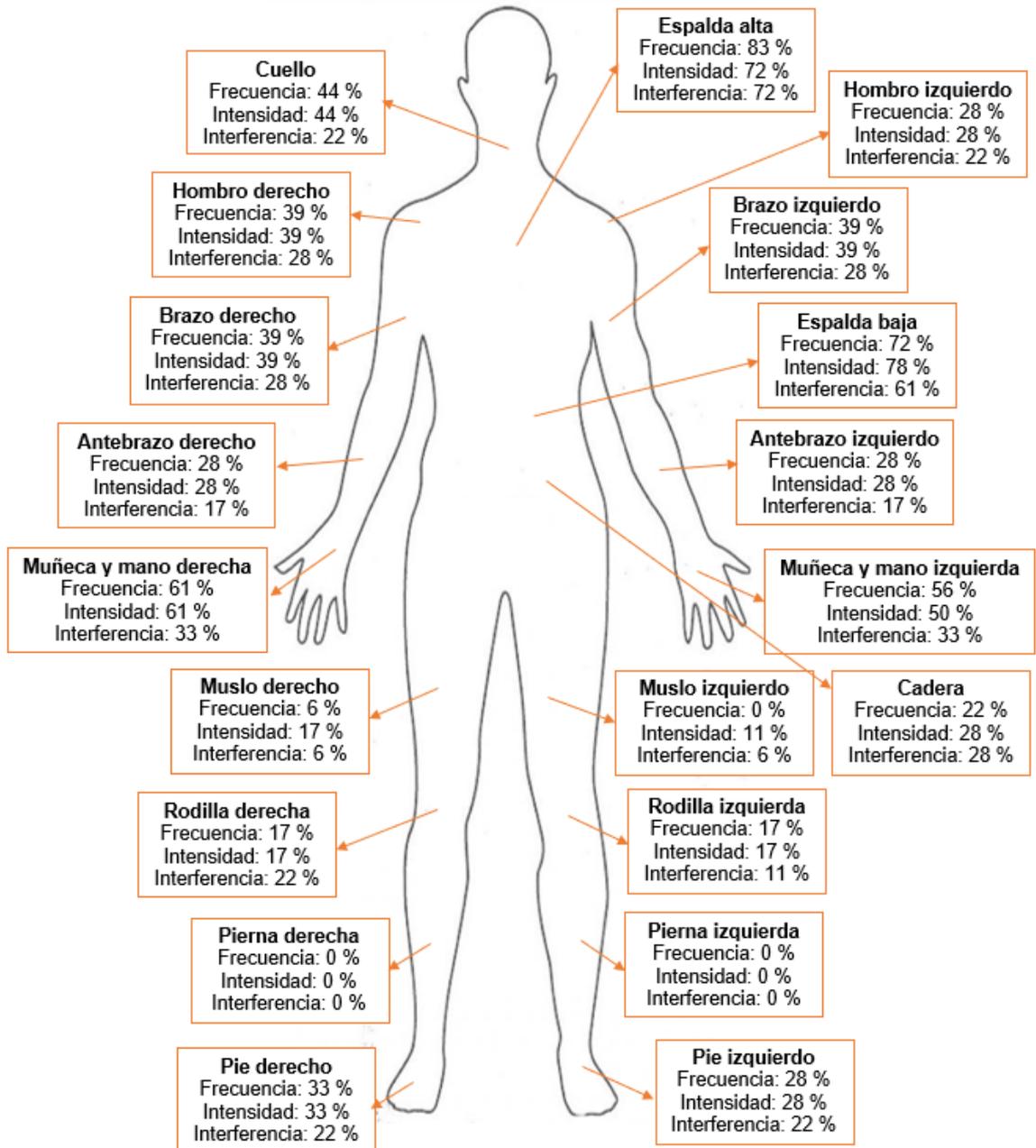
## Apéndice 2. Entrevista al personal del Departamento de Recursos Humanos

Entrevista semiestructurada para el personal del Departamento de Recursos Humanos	
Fecha:	
Hora:	
Entrevistadoras:	
Entrevistados:	
<b>La siguiente entrevista tiene como fin recopilar información relevante de la empresa HMA Maquilas S.A. y sobre sus trabajadores, específicamente los colaboradores del área de planta/producción</b>	
1. ¿Cuál es la cantidad total de trabajadores?	
2. ¿Cuál es la cantidad de trabajadores por áreas de trabajo?	
3. ¿Cuál es la jornada y horario laboral?	
4. ¿Cuentan con organigrama?	
5. ¿Cuál es la misión y visión de la empresa?	
6. ¿Cuántas líneas de producción hay?	
7. ¿Cuántas líneas de producción están activas?	
8. ¿Cuántos trabajadores hay por línea de producción?	
9. ¿Los trabajadores rotan entre las líneas de producción?	
10. ¿Qué se hace en el servicio de maquila <i>in-house</i> ?	
11. ¿Qué se hace en el servicio de administración personal?	
12. ¿Qué se hace en el servicio de distribución y logística <i>retailer</i> ?	
13. En el servicio de maquila, ¿qué es “cambios de arte”?	
14. ¿Tienen reportes de accidentabilidad del INS?	
15. ¿Tienen reportes por incapacidades?	

### Apéndice 3. Entrevista al personal del Departamento de Planeación

<b>Entrevista semiestructurada para el personal del Departamento de Planeación</b>	
Fecha:	
Hora:	
Entrevistadoras:	
Entrevistado:	
<b>La siguiente entrevista tiene como fin recopilar información relevante sobre el proceso productivo de la empresa HMA Maquilas S.A.</b>	
1. ¿Cómo planifican los trabajos que se van a hacer? ¿Planificación diaria, semanal, mensual?	
2. ¿La planificación es diaria, semanal o mensual?	
3. ¿Con cuántos productos trabajan?	
4. De los productos con los que trabajan, ¿cuál es el más pesado?	
5. ¿Cuáles son los productos más producidos?	
6. ¿Cuáles son los productos más pesados?	
7. ¿A cuál producto se le dedican más horas para completarlo?	
8. ¿Los productos rotan entre las líneas de producción o siempre se producen los mismos productos en las mismas líneas?	
9. ¿Cuentan con un diagrama de procesos?	
10. ¿Cómo es el proceso productivo?	
11. ¿Cuáles actividades realizan dentro de los servicios que ofrecen?	
12. ¿En cuál mercado laboral se encuentran?	
13. ¿Cuáles son algunos de sus clientes?	

**Apéndice 4.** Resumen de la frecuencia, intensidad e interferencia de la molestia musculoesquelética por cada zona del cuerpo



**Apéndice 5.** Encuesta higiénica sobre las condiciones de estrés térmico por calor al que se puede encontrar expuesto el personal de HMA Maquilas S.A.

Encuesta higiénica sobre las condiciones de estrés térmico por calor al que se puede encontrar expuesto el personal de HMA Maquilas S.A.					
Responsables:					
Fecha:		Hora inicial:		Hora final:	
Lugar de trabajo:					
Supervisor/a de área:					
Datos generales					
Cantidad de trabajadores		Hombres:		Mujeres:	
Días de trabajo:					
Horario laboral:				Observaciones:	
Jornada laboral:					
Descansos (minutos):				Observaciones:	
Lugar de descanso:					
Puesto de trabajo					
Línea de producción	Fuente de calor	Cantidad de fuentes	Distancia (m) de las otras líneas de producción	Cantidad de trabajadores por línea	EPP
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
Observaciones:					
Línea de producción	Descripción de la tarea		Materiales y herramientas utilizadas		Duración de la tarea (horas)
1					
2					

3			
4			
5			
6			
7			
8			

Observaciones:

Línea de producción	¿Se han realizado capacitaciones?	Tipo de capacitación	Encargado/a de la capacitación	Cantidad de trabajadores involucrados	Fecha de la última capacitación impartida
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Observaciones:

*Fuentes generadoras de calor (hornos)*

Máquina:	Horno 1	Horno 2	Horno 3	Comentarios:
Marca:				
Modelo:				
Año de compra:				
Funcionamiento (h/día):				
¿Se le da mantenimiento?				
Fecha de último mantenimiento:				
Frecuencia de mantenimiento:				
¿Quién realiza el mantenimiento?				
Temperatura que emite el horno (°C)				

¿El horno posee resguardos?				
<i>Condiciones generales del local de trabajo</i>				
Altura del local (m):				
Área del local (m <sup>2</sup> ):				
Material del techo:				
Material del suelo:				
Material de las paredes:				
¿Hay aberturas en las paredes?				
¿Hay aberturas en el techo?				
Cantidad de ventanas:				
¿Hay sistemas de ventilación forzada?				
Cantidad de puertas:				
Cantidad de salidas de emergencia:				
Ancho de pasillos principales (m):				
Orden y limpieza del local:				
Señalización:				
Observaciones:				
<i>Vigilancia médica</i>				
Tipo de exámenes:				
Frecuencia de los exámenes:				
Cantidad de trabajadores a los que se les realizan exámenes:				
Observaciones:				

**Apéndice 6.** Encuesta de insatisfacción laboral sobre estrés térmico por calor dirigida a los trabajadores de la empresa HMA Maquilas S.A.

<b>Encuesta de insatisfacción laboral sobre estrés térmico por calor dirigida a los trabajadores de la empresa HMA Maquilas S.A.</b>			
Responsables: Fiorella Kikut y María Jesús Pereira			
Fecha:			
Línea de producción en la cual labora:			
<b>NOTA</b>			
La información y datos que se obtengan en la encuesta serán para uso exclusivo de las responsables de esta, con el fin de analizar la situación actual de la empresa. Toda la información se manejará de manera completamente confidencial y sin revelar datos de los participantes. En el espacio de observaciones puede indicar información adicional importante si así lo considera.			
<i>Datos personales</i>			
Nombre del trabajador:			
Sexo:			
Edad:			
¿Presenta alguna condición de salud particular o algún padecimiento? De ser así, indique cuál:			
¿Posee algún tipo de tratamiento médico o consume algún medicamento particular? De ser así, indique cuál:			
¿Realiza usted actividad física regularmente?			
<i>Preguntas</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentarios</i>
1. El estrés térmico por calor es la carga de calor que las personas trabajadoras reciben y acumulan en su cuerpo, producto de sus tareas o condiciones de trabajo. ¿Considera usted que durante su jornada laboral se encuentra expuesto a estrés térmico por calor?			
2. ¿Considera que los altos niveles de calor a los que se encuentra expuesto en su puesto de trabajo han llegado a afectar su salud?			
3. ¿Ha recibido capacitaciones sobre estrés térmico por calor en su trabajo?			
4. ¿Tiene a disposición agua fresca y potable durante toda la jornada de trabajo?			

5. ¿Ha participado en el proceso de aclimatación? Aclimatación se define como el proceso fisiológico por el cual un organismo se adapta a su medio ambiente.				
6. ¿Cuánto es el tiempo de su jornada laboral?				
7. ¿Cuánto es su tiempo de descanso entre las tareas durante su jornada laboral?				
8. ¿Cuánta cantidad de agua (en litros) por jornada laboral ingiere usted aproximadamente?				
9. Indique con una <b>X</b> cuál de las siguientes opciones representa mejor su sensación térmica durante su jornada laboral:				
Muy caluroso	Caluroso	Neutral	Fresco	Muy fresco
10. Indique con una <b>X</b> cuál de las siguientes opciones representa mejor su nivel de satisfacción laboral por exposición a calor al realizar sus labores en HMA Maquilas:				
Muy insatisfecho	Insatisfecho	Neutral	Satisfecho	Muy satisfecho
11. Indique con una <b>X</b> cuál de las siguientes opciones representa mejor su nivel de satisfacción laboral en relación con la cantidad de aire fresco que se puede sentir en su puesto de trabajo al realizar sus tareas en HMA Maquilas:				
Muy insatisfecho	Insatisfecho	Neutral	Satisfecho	Muy satisfecho
12. Indique con una <b>X</b> cuál de las siguientes opciones representa mejor su nivel de satisfacción laboral en relación con el tiempo que le permiten de descanso entre sus tareas laborales en HMA Maquilas:				
Muy insatisfecho	Insatisfecho	Neutral	Satisfecho	Muy satisfecho
13. Indique con una <b>X</b> cuál de las siguientes opciones representa mejor su nivel de satisfacción laboral en relación con si es suficiente la cantidad de agua que puede beber durante su jornada laboral, para evitar la deshidratación durante sus labores en HMA Maquilas:				
Muy insatisfecho	Insatisfecho	Neutral	Satisfecho	Muy satisfecho
14. Indique con una <b>X</b> cuál de las siguientes opciones representa mejor su nivel de satisfacción laboral en relación con la vestimenta que utiliza durante su jornada laboral al realizar las tareas de producción en HMA Maquilas:				
Muy insatisfecho	Insatisfecho	Neutral	Satisfecho	Muy satisfecho

15. Indique con una <b>X</b> cuál de las siguientes opciones representa mejor su nivel de satisfacción laboral en relación con la información que ha recibido, ya sean capacitaciones o material didáctico, sobre las implicaciones de trabajar bajo estrés térmico por calor en HMA Maquilas:									
Muy insatisfecho	Insatisfecho	Neutral	Satisfecho	Muy satisfecho					
16. Indique con una <b>X</b> cuál de las siguientes opciones representa mejor su nivel de satisfacción laboral en relación con el equipo de protección personal que les brindan en HMA Maquilas para realizar sus tareas durante su jornada laboral:									
Muy insatisfecho	Insatisfecho	Neutral	Satisfecho	Muy satisfecho					
17. Indique con una <b>X</b> cuál de los siguientes síntomas físicos relativos a la exposición a calor ha experimentado producto de sus tareas laborales en HMA Maquilas:									
Adormecimiento	Cansancio o fatiga	Dolor de cabeza	Calambres	Mareos	Sudoración intensa	Piel fría y húmeda	Quemaduras	Alergias	Otros
De haber marcado la opción "otros" en la pregunta anterior, indique cuáles otros síntomas físicos ha experimentado:									
18. Indique con una <b>X</b> cuál de los siguientes síntomas psicológicos relativos a la exposición a calor ha experimentado producto de sus tareas laborales en HMA Maquilas:									
Dificultad para concentrarse	Irritabilidad	Ansiedad	Dificultad para recordar cosas	Otros					
De haber marcado la opción "otros" en la pregunta anterior, indique cuáles otros síntomas psicológicos ha experimentado:									

## Apéndice 7. Método AIS

Método AIS			
Línea de producción	Nombre del trabajador	Nº de trabajador	Grado de aislamiento térmico de la ropa (clo)
1		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
2		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
3		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
4		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
5		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
6		1	
		2	
		3	

		4	
		5	
		6	
		7	
		8	
7		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
		7	
8		1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	

**Apéndice 8.** Cuadro de análisis para la estimación de la carga metabólica mediante requisitos de la tarea (UNE- EN ISO 8996:2005)

<b>Tasa metabólica (W/m<sup>2</sup>) para un individuo sentado, en función de la carga de trabajo y de la parte del cuerpo implicada</b>				
<b>Parte del cuerpo</b>	<b>Valor y rango según la carga de trabajo</b>	<b>Carga de trabajo</b>		
		<i>Ligera</i>	<i>Media</i>	<i>Pesada</i>
Ambas manos	Valor medio	70	85	95
	Rango	< 75	75 a 90	> 90
Un brazo	Valor medio	90	110	130
	Rango	< 100	100 a 120	> 120
Ambos brazos	Valor medio	120	140	160
	Rango	< 130	130 a 150	> 150
Cuerpo entero	Valor medio	180	245	335
	Rango	< 210	210 a 285	> 285

<b>Suplemento para la tasa metabólica (W/m<sup>2</sup>) debido a las posturas del cuerpo</b>	
<b>Postura del cuerpo</b>	<b>Tasa metabólica (W/m<sup>2</sup>)</b>
Sentado	0
De rodillas	10
En cuclillas	10
De pie	15
De pie e inclinado hacia delante	20

## Apéndice 9. Bitácora de resultados del método REBA

<b>Bitácora del método REBA</b>	
Nombre completo:	
<b>A. Análisis de cuello, piernas y tronco</b>	<b>Resultado</b>
Puntuación cuello	
Puntuación piernas	
Puntuación tronco	
Puntuación A	
Puntuación fuerza/carga	
Puntuación final A	
<b>B. Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Resultado</b>
Puntuación antebrazos	
Puntuación muñecas	
Puntuación brazos	
Puntuación B	
Puntuación agarre	
Puntuación final B	
<b>Puntuación total final</b>	
<b>Nivel de acción</b>	

## Apéndice 10. Bitácora de resultados del método JSI

Bitácora del método JSI		
Nombre completo:		
Factor de riesgo	Puntuación	
	Lado derecho	Lado izquierdo
Intensidad del esfuerzo		
Duración del esfuerzo		
Esfuerzos por minuto		
Postura mano/muñeca		
Velocidad de trabajo		
Duración de la tarea por día		
<b>Total</b>		
<b>Criterio</b>		

## Apéndice 11. Bitácora de resultados de la ecuación de NIOSH

Bitácora de la ecuación de NIOSH	
Nombre completo:	
A. Cálculo del Límite de Peso Recomendado (LPR)	Resultado
Peso de la carga (L)	
Distancia horizontal de la carga (H)	
Posición vertical de la carga (V)	
Desplazamiento vertical (D)	
Ángulo de asimetría (A)	
Frecuencia de levantamiento (F)	
Calidad del agarre (C)	
Límite de Peso Recomendado (LPR)	
B. Índice de Levantamiento (IL)	Resultado
Índice de Levantamiento (IL)	

**Apéndice 12.** Cuadro para calcular el índice de masa corporal (IMC)

Línea de producción	Trabajador	Edad	Peso	Estatura
2	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
3	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
4	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
5	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
6	1			
	2			
	3			

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

**Apéndice 13.** Encuesta sobre situación actual de la empresa en tema de estrés térmico por calor al encargado de salud en HMA Maquilas S.A.

<b>Encuesta sobre situación actual de la empresa en tema de estrés térmico por calor al encargado de salud de la empresa GACSO que labora como outsourcing en HMA Maquilas S.A.,</b>		
Responsables: Fiorella Kikut y María Jesús Pereira		
Fecha:	Hora inicial:	Hora final:
Lugar de trabajo:		
<i>Preguntas</i>		
1. ¿Se han realizado estudios o mediciones previas sobre el estrés térmico por calor al que podrían estar experimentando los colaboradores de HMA Maquilas?		
2. ¿Existe algún registro sobre los niveles promedios mensuales de temperatura máxima y humedad relativa?		
3. ¿Existe algún registro o lista de los trabajadores que realizan sus labores estando expuestos a calor por estrés térmico?		
4. ¿Existen y se han aplicado protocolos de hidratación y descanso durante la jornada laboral?		
5. ¿Cuánto es el tiempo de descanso entre las tareas de los colaboradores durante su jornada laboral?		
6. ¿Cuál es el tiempo de duración de las tareas que realizan los colaboradores durante su jornada laboral?		
7. De haberse realizado capacitaciones sobre estrés térmico por calor ¿cuentan con los registros de participación de los trabajadores en dichas capacitaciones?		
8. ¿Existe y se aplica algún protocolo de aclimatación a los trabajadores nuevos, temporales y quienes reingresan o vienen de períodos largos de vacaciones?		
9. ¿Existe alguna persona capacitada para identificar las manifestaciones clínicas relacionadas con la exposición a estrés térmico por calor?		
10. ¿Se verifica que sí se cumplan los horarios de descanso entre tareas de los trabajadores de la empresa?		

11. ¿Cuánta cantidad de agua (en litros) por jornada laboral ingieren los trabajadores?	
12. ¿Cuentan con la lista de tareas que deben realizar los trabajadores en las que se encuentran expuestos a estrés térmico por calor?	
13. ¿Cuentan con medidas de prevención y protección para los trabajadores en cuanto al riesgo al que están expuestos por estrés térmico por calor?	

**Apéndice 14.** Acta de muestreo para mediciones de estrés térmico por calor en HMA Maquilas S.A.

Acta de muestreo para mediciones de estrés térmico por calor en HMA Maquilas S.A.								
Responsables:								
Fecha de muestreo:								
Hora inicial:								
Hora final:								
Puesto:								
Equipo de muestreo:								
<i>Datos</i>								
Nombre del trabajador	N° medición	Horario	BS (°C)	BH (°C)	TG (°C)	TGBH (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)

**Apéndice 15.** Cuadro de análisis a partir de los resultados del índice de estrés térmico TGBH (ISO 7243:2017)

Índice de estrés térmico (TGBH)					
Línea de producción	Trabajador	TGBH (°C)	TLV	Tipo de trabajo	Condición
1	1				
	2				
2	1				
	2				
3	1				
	2				

Valores límite umbral (TLV) de la ACGIH para exposición al estrés por calor				
Tipo de trabajo y descanso	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado
75 % - 100 % (trabajo continuo)	31.0 °C	28.0 °C	26	23.5 °C
50 % - 75 %	31.0 °C	29.0 °C	27.5 °C	25.5 °C
25 % - 50 %	32.0 °C	30.0 °C	29.0 °C	28.0 °C
0 % - 25 %	32.5 °C	31.5 °C	30.5 °C	30.0 °C

**Apéndice 16.** Cuadro de análisis a partir del índice de sudoración requerida (ISO 7933:2005)

Índice de sudoración requerida (SWreq)						
Línea de producción	Trabajador	Personas aclimatadas				
		<i>Criterio de alarma</i>				
		Humedad prevista de la piel (wp)	Tasa de evaporación (Ep, W/m <sup>2</sup> )	Tasa de sudoración (SWp, W/m <sup>2</sup> )	Cantidad de sudoración prevista (D, g/h)	Duración límite de la exposición (DLE, min)
2	2					
	3					
7	4					
	7					
8	1					
	7					

**Apéndice 17.** Cuadro de análisis a partir del índice de sobrecarga calórica (ISC)

<b>Índice de sobrecarga calórica (ISC)</b>				
Línea de producción	Trabajador	ISC (%)	Tiempo de exposición permisible (TEP)	Criterio
2	2			
	3			
7	4			
	7			
8	1			
	7			

**Apéndice 18.** Formulario de lista de verificación ergonómica de la OIT, secciones sobre ergonomía y calor

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO ROTACIÓN DE PERSONAL DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN</b>		Código: FR
			Versión: 01
			Página: 1 de 3
<b>Responsable:</b>			
<b>Fecha:</b>			
<b>Ergonomía</b>			
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Observaciones</i>
¿Mejora la disposición del área de trabajo de forma que sea mínima la necesidad de mover materiales?			
¿Utiliza carros, carretillas u otros mecanismos provistos de ruedas, o rodillos cuando mueve materiales?			
¿Emplea carros auxiliares móviles para evitar cargas y descargas innecesarias?			
¿Usa estantes a varias alturas, o estanterías, próximos al área de trabajo, para minimizar el transporte manual de materiales?			
¿Usar ayudas mecánicas para levantar, depositar y mover los materiales pesados?			
¿Reduce la manipulación manual de materiales usando cintas transportadoras, grúas y otros medios mecánicos de transporte			
En lugar de transportar cargas pesadas ¿reparte el peso en paquetes menores y más ligeros, en contenedores o en bandejas?			
¿Proporcionar asas, agarres o buenos puntos de sujeción a todos los paquetes y cajas?			
¿Elimina o reduce las diferencias de altura cuando se muevan a mano los materiales?			
¿Propone alguna acción para alimentar y retirar horizontalmente los materiales pesados, empujándolos o tirando de ellos, en lugar de alzándolos y depositándolos?			

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO ROTACIÓN DE PERSONAL DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN</b>		Código: FR
			Versión: 01
			Página: 2 de 3
<b>Ergonomía</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
Quando se manipulen cargas, ¿elimina las tareas que requieran el inclinarse o girarse?			
¿Propone alguna acción para mantener los objetos pegados al cuerpo mientras se transporta?			
¿Propone alguna acción para que los trabajadores levanten y depositen los materiales despacio, por delante del cuerpo, sin realizar giros ni inclinaciones profundas?			
¿Propone alguna acción para que cuando se transporte una carga más allá de una corta distancia, se extienda la carga simétricamente sobre ambos hombros para proporcionar equilibrio y reducir el esfuerzo?			
¿Combina el levantamiento de cargas pesadas con tareas físicamente más ligeras para evitar lesiones y fatiga, y aumentar la eficiencia?			
¿Ajusta la altura de trabajo a cada trabajador, situándola al nivel de los codos o ligeramente más abajo?			
¿Se asegura que los trabajadores más pequeños pueden alcanzar los controles y materiales en una postura natural?			
¿Se asegura que los trabajadores más grandes tienen bastante espacio para mover cómodamente las piernas y el cuerpo?			
¿Se asegura que el trabajador pueda estar de pie con naturalidad, apoyado sobre ambos pies, y realizando el trabajo cerca y delante del cuerpo?			

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO ROTACIÓN DE PERSONAL DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN</b>		Código: FR
			Versión: 01
			Página: 3 de 3
<b>Ergonomía</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Calor</b>			
¿Propone alguna acción para proteger al trabajador del calor excesivo?			
¿Propone alguna acción para proteger el lugar de trabajo del excesivo calor o frío procedente del exterior?			
¿Aísla o aparta las fuentes de calor o de frío?			
¿Instala sistemas efectivos de extracción localizada que permitan un trabajo seguro y eficiente?			
¿Incrementa el uso de la ventilación natural cuando se necesite mejorar el ambiente térmico interior?			
¿Mejora y mantiene los sistemas de ventilación para asegurar una buena calidad del aire en los lugares de trabajo?			
¿Propone alguna acción para proporcionar áreas para comer, locales de descanso y dispensadores de bebidas, con el fin de asegurar el bienestar y una buena realización del trabajo?			

**Apéndice 19.** Cuadro resumen de los resultados de los métodos REBA, JSI y la ecuación de NIOSH

Línea de producción	Tarea	Nivel de riesgo		
		REBA	JSI	Ecuación de NIOSH
2	Empaque de 12 packs de bebidas de 1 L	Alto	De alto riesgo	N/A
2	Etiquetado de bebidas de 1 L	Medio	No es segura	N/A
2	Levantamiento y desplazamiento de 12 packs de bebidas de 1 L	Muy alto	De alto riesgo	La tarea ocasionará problemas a la mayoría de los trabajadores
2	Acomodo de 12 packs de bebidas de 1 L en tarima final	N/A	N/A	La tarea puede ser realizada por la mayoría de los trabajadores
3	Levantamiento y acomodo de latas de maíz dulce 240 g	Alto	De alto riesgo	N/A
3	Etiquetado de latas de maíz dulce 240 g	Medio	No es segura	N/A
4	Etiquetado de 24 packs de cerveza en vidrio de 350 ml	Alto	No es segura	N/A
4	Sellado de 24 packs de cerveza en vidrio de 350 ml en tarimas	Muy alto	De alto riesgo	N/A
4	Levantamiento y desplazamiento de 24 packs de cerveza en vidrio de 350 ml	Muy alto	De alto riesgo	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores
4	Acomodo de 24 packs de botellas de cerveza en vidrio de 350 ml en la tarima final	N/A	N/A	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores
5	Etiquetado de bebidas de 1 L	Alto	No es segura	N/A
5	Empaque de 6 packs de bebidas 1 L	Muy alto	De alto riesgo	N/A
5	Levantamiento y desplazamiento de 6 packs de bebidas 1 L	Muy alto	De alto riesgo	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores
6	Empaque de 6 packs de latas de cerveza de 710 ml	Muy alto	De alto riesgo	N/A
6	Etiquetado de latas de cerveza de 710 ml	Alto	De alto riesgo	N/A

6	Levantamiento y desplazamiento de 6 packs de cerveza de 710 ml	<b>Muy alto</b>	<b>De alto riesgo</b>	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores
7	Etiquetado de 15 packs de latas de cerveza de 350 ml	Alto	No es segura	N/A
7	Levantamiento y desplazamiento de 15 packs de latas de cerveza de 350 ml	<b>Muy alto</b>	<b>De alto riesgo</b>	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores
7	Empaque de 15 packs de latas de cerveza de 350 ml	<b>Muy alto</b>	<b>De alto riesgo</b>	N/A
8	Empaque de 18 packs de latas de cerveza de 350 ml	<b>Muy alto</b>	<b>De alto riesgo</b>	N/A
8	Levantamiento y desplazamiento de 18 packs de latas de cerveza de 350 ml	<b>Muy alto</b>	<b>De alto riesgo</b>	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores
9	Empaque de 24 packs de latas de cerveza de 350 ml	<b>Muy alto</b>	<b>De alto riesgo</b>	N/A
9	Levantamiento y desplazamiento de 24 packs de latas de cerveza de 350 ml	<b>Muy alto</b>	<b>De alto riesgo</b>	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores
9	Levantamiento de tarimas completas de producto con una carretilla hidráulica	<b>Muy alto</b>	<b>De alto riesgo</b>	<b>La tarea ocasionará problemas a la mayoría de los trabajadores</b>

Nota: el color rojo indica los niveles de riesgo más altos para los métodos REBA, JSI y la ecuación de NIOSH.

N/A: No aplica para el rubro correspondiente.

**Apéndice 20.** Aislamiento térmico de la vestimenta (clo)

Línea de producción	Trabajador	Vestimenta	Equipo de Protección Personal (EPP)	Selección personalizada de prendas	Grado de aislamiento térmico de la ropa (clo)				
2	1	Camisa manga corta algodón, jeans, ropa interior femenina, calcetines y tenis	Chaleco, mascarilla y careta	Bragas y sujetador, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,61				
	2								
	4								
3	2								
	3								
6	7								
8	2								
	4								
	5								
	6								
9	2								
	3								
5	3					Camisa manga corta algodón, jeans, ropa interior femenina, calcetines y tenis	Chaleco, guantes, mascarilla y careta	Bragas y sujetador, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, guantes, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,61
	5								
6	5					Camisa manga corta algodón, jeans, ropa interior femenina, calcetines y tenis	Mascarilla y careta	Bragas y sujetador, camisa manga corta, pantalón normal, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,49
7	3								
2	3	Camisa manga corta algodón, jeans, bóxer, calcetines y tenis	Chaleco, mascarilla y careta	Calzoncillos de pernera larga, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,68				
4	6								
5	2								
6	1								
	3								
	4								
7	5								
8	3								
	7								
9	5								

5	1	Camisa manga corta algodón, jeans, bóxer, calcetines y tenis	Chaleco, guantes, mascarilla y careta	Calzoncillos de pernera larga, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, guantes, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,68
	4				
	6				
3	4	Camisa manga corta algodón, jeans, bóxer, calcetines y tenis	Mascarilla y careta	Bragas y sujetador, camisa manga corta, pantalón normal, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,56
	5				
4	7				
9	4				
4	1	Camisa manga corta algodón, jeans, ropa interior femenina, calcetines y zapato plano cerrado	Chaleco, mascarilla y careta	Bragas y sujetador, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, calcetines y zapatos (suela fina)	0,59
	2				
	3				
7	1				
4	4	Camisa manga corta algodón, jeans, ropa interior femenina, calcetines y zapato plano cerrado	Mascarilla y careta	Bragas y sujetador, camisa manga corta, pantalón normal, calcetines y zapatos (suela fina)	0,47
2	5	Camisa manga corta antitranspirante, jeans, bóxer, calcetines y tenis	Chaleco, mascarilla y careta	Calzoncillos de pernera larga, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,68
	6				
	7				
3	6	Camisa manga corta antitranspirante, jeans, bóxer, calcetines y tenis	Mascarilla y careta	Calzoncillos de pernera larga, camisa manga corta, pantalón normal, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,56
3	1	Camisa manga corta algodón, camiseta, jeans, ropa interior femenina, calcetines y zapatos tipo burro	Chaleco, mascarilla y careta	Bragas y sujetador, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,61
	7				
4	5	Camisa manga corta antitranspirante, jeans, bóxer, calcetines y zapatos tipo burro	Mascarilla y careta	Calzoncillos de pernera larga, camisa manga corta, pantalón normal, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,56

8	1	Camisa manga corta algodón, jeans, bóxer, calcetines y zapatos tipo burro	Chaleco, mascarilla y careta	Calzoncillos de pernera larga, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,68
5	7	Camisa manga larga algodón, jeans, bóxer, calcetines y tenis	Chaleco, guantes, mascarilla y careta	Calzoncillos de pernera larga, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, guantes, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,68
6	2	Camisa manga tres-cuartos algodón, jeans, bóxer, calcetines y zapatos tipo burro	Chaleco, mascarilla y careta	Calzoncillos de pernera larga, camisa ligera manga larga, pantalón normal, chaleco, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,73
	6	Camisa manga corta algodón, jeans, ropa interior femenina, calcetines y botas de hule	Chaleco, mascarilla y careta	Bragas y sujetador, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, calcetines y botas	0,67
7	2	Camisa manga tres-cuartos algodón, jeans, ropa interior femenina, calcetines y tenis	Chaleco, mascarilla y careta	Bragas y sujetador, camisa ligera manga larga, pantalón normal, chaleco, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,66
	4	Camisa manga corta algodón, jeans, ropa interior femenina, calcetines y zapatos de seguridad	Chaleco, mascarilla y careta	Bragas y sujetador, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, calcetines y zapatos (suela gruesa)	0,61
	6	Camisa manga corta antitranspirante, jeans, bóxer, calcetines y zapato plano cerrado	Chaleco, mascarilla y careta	Calzoncillos de pernera larga, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, calcetines y zapatos (suela fina)	0,66
	7	Camisa manga corta algodón, jeans, bóxer, calcetines y zapato plano cerrado	Chaleco, mascarilla y careta	Calzoncillos de pernera larga, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco,	0,66

				calcetines y zapatos (suela fina)	
9	1	Camisa manga corta antitranspirante, jeans, ropa interior femenina, calcetines y zapato plano cerrado	Chaleco, mascarilla y careta	Bragas y sujetador, camisa manga corta, pantalón normal, chaleco, calcetines y zapatos (suela fina)	0,59

**Apéndice 21.** Estimación de la tasa metabólica de los colaboradores

Línea de producción	Trabajador	Tasa metabólica (W/m <sup>2</sup> )		
		Día 1	Día 2	Día 3
2	1	135	273	273
	2	112	152	177
	3	248	136	298
	4	160	318	224
	5	263	253	183
	6	228	126	255
	7	215	183	123
3	1	133	183	291
	2	135	265	295
	3	133	273	293
	4	130	270	115
	5	138	190	136
	6	223	184	128
	7	138	145	206
4	1	158	298	178
	2	163	138	144
	3	143	173	195
	4	125	112	250
	5	195	110	208
	6	220	273	154
	7	198	288	283
5	1	135	307	273
	2	128	125	298
	3	128	123	225
	4	128	318	192
	5	135	161	137
	6	135	129	278
	7	303	243	250
6	1	150	110	142
	2	145	164	308

	3	253	154	144
	4	135	227	232
	5	143	153	144
	6	138	235	235
	7	143	115	175
7	1	125	145	235
	2	163	258	213
	3	150	312	138
	4	155	274	189
	5	300	118	125
	6	240	229	176
	7	273	306	181
8	1	132	268	240
	2	150	200	215
	3	230	172	262
	4	155	165	218
	5	158	208	277
	6	153	115	184
	7	232	181	132
9	1	123	199	210
	2	125	123	267
	3	130	170	157
	4	228	316	309
	5	325	152	153

**Apéndice 22.** Cuadro resumen de las condiciones higrométricas de estrés térmico por calor

Variables	Datos estadísticos	Línea de producción #2						Línea de producción #7						Línea de producción #8					
		Entrada horno	Salida horno	Entrada horno	Salida horno	Entrada horno	Salida horno	Entrada horno	Salida horno	Entrada horno	Salida horno	Entrada horno	Salida horno	Entrada horno	Salida horno	Entrada horno	Salida horno	Entrada horno	Salida horno
		20-08-2021		23-08-2021		24-08-2021		12-08-2021		13-08-2021		16-08-2021		17-08-2021		18-08-2021		19-08-2021	
Temperatura bulbo seco (°C)	Máximo	29,60	34,70	31,10	34,00	30,60	33,70	30,50	36,20	31,80	<b>38,20</b>	32,20	35,40	29,80	33,90	32,20	33,90	31,40	36,50
	Promedio	27,96	30,58	29,53	30,76	29,47	31,50	28,60	32,96	30,15	34,26	30,33	33,15	29,00	31,87	29,75	30,08	29,70	32,89
Temperatura bulbo húmedo (°C)	Máximo	23,80	24,40	25,10	25,50	25,10	28,10	24,90	26,30	24,80	26,60	<b>31,20</b>	27,50	24,40	25,70	25,00	26,00	24,70	28,00
	Promedio	23,18	23,44	24,20	24,45	24,34	24,83	23,91	25,22	23,99	25,12	25,20	26,70	23,26	23,96	23,55	23,67	23,93	25,87
Temperatura de globo (°C)	Máximo	30,20	41,10	31,40	34,60	30,70	39,50	30,50	39,90	32,40	40,30	33,60	38,00	32,10	38,90	32,70	39,20	32,20	<b>50,80</b>
	Promedio	28,52	34,49	29,96	32,47	29,68	34,85	28,92	37,26	30,98	36,54	31,95	35,18	30,20	34,45	30,37	35,00	30,34	36,92
Humedad relativa (%)	Máximo	73,00	67,50	75,00	63,80	<b>79,00</b>	63,30	71,00	59,70	64,00	55,50	60,00	52,60	68,00	57,10	69,00	66,10	65,00	63,30
	Promedio	67,80	50,13	65,72	57,37	66,20	54,50	63,88	46,67	51,64	42,55	54,12	48,38	58,00	45,92	54,40	52,80	58,88	50,34
Velocidad del aire (m/s)	Máximo	1,70	1,70	1,30	1,30	1,30	1,30	1,20	1,20	2,20	2,20	1,60	1,60	2,00	2,00	2,20	2,20	<b>2,30</b>	<b>2,30</b>
	Promedio	1,53	1,53	1,18	1,17	1,11	1,11	1,02	1,02	1,70	1,70	1,26	1,26	1,66	1,66	1,85	1,85	1,95	1,95
Índice de estrés térmico (TGBH)	Máximo	25,63	29,38	26,90	28,05	26,78	30,20	26,55	29,82	<b>36,38</b>	30,08	31,92	30,65	26,32	29,38	26,82	29,69	26,95	34,84
	Promedio	24,78	26,85	25,92	26,86	25,94	27,80	25,41	28,83	26,52	28,55	27,22	29,25	25,34	27,10	25,59	27,07	25,85	29,20

Nota: el color rojo representa los valores máximos de cada variable estadísticas en todas las mediciones realizadas.

## Apéndice 23. Cálculos del sistema de extracción localizada

Para calcular el caudal para campanas rectangulares a baja altura, se necesitan los siguientes datos:

Largo de la campana (m)	0.70	}	Datos específicos de las mediciones del diseño del sistema de extracción
Ancho de la campana (m)	0.40		
Temperatura del foco caliente (°C)	38.20	→	Mayor nivel de temperatura alcanzado en las mediciones de estrés térmico por calor
Temperatura ambiente del aire (°C)	25.00	→	En condiciones estándar
Diferencial de temperatura (°C)	13.20	→	Es la resta entre las temperaturas

Con los datos anteriores, se procede a aplicar la fórmula de cálculo de caudal para campanas rectangulares:

$$\frac{Q_t}{L} = 0,06b^{1,33} * \Delta t^{0,42}$$

Donde:

$Q_t$  = caudal total de aspiración (m<sup>3</sup>/s)

$L$  = longitud de la campana rectangular (m)

$b$  = anchura de la campana rectangular (m)

$\Delta t$  = diferencia de temperatura entre el foco caliente y el aire ambiente (°C)

Seguidamente, se determina la velocidad del aire:

Tabla 3. Valores de la velocidad de aire recomendados para el diseño de conductos

Naturaleza del contaminante	Ejemplos	Velocidad de diseño (m/s)
Vapores, gases, humos de combustión	Todos los vapores, gases y humos	Indiferente (la velocidad económicamente óptima suele encontrarse entre <b>5 y 10 m/s</b> )
Humos de soldadura, polvo muy fino y ligero, polvos secos	Soldadura	10-12,5
	Hilos de algodón, polvo de madera muy fino, polvo de talco	12,5-15
Polvo ordinario	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, hilos de yute, polvo de algodón, virutas (ligeras), polvo de detergente, raspaduras de cuero	15-20
	Polvo de desbarbado, hilos de muela de pulir (secos) polvo de lana de yute, polvo de granos de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de sílice, manejo de materiales pulverulentos en general, corte de ladrillos, polvo de arcilla, fundiciones (en general), polvo de caliza	17,5-20
Polvos pesados	Polvo de aserrado (pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldado en fundiciones, polvo en el chorreado con arena, pedazos de madera, polvo de barrer, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo	20-22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo, hilos de muela de pulir (pegajosos)	> 22,5

Fuente: Castejón, E. (s.f)

Considerando la figura anterior, se determina que la velocidad del aire en ductos se encuentra en "vapores, gases y humos de combustión" es de:

Velocidad en conducto (m/s)	5.00
-----------------------------	------

Seguidamente, se calcula la pérdida de presión asociada en los tramos rectos del sistema de ventilación:

Tramo recto	Largo (m)	Velocidad (m/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Área (m <sup>2</sup> )	Radio (m)	Diámetro (m)	Re	f	Pérdida asociada (Pa)
L 1-2	5	5	0.037	0.007	0.048	0.097	32222.84	0.024	18.98

Para poder realizar el cálculo de caída de presión, se utilizaron los siguientes datos y ecuaciones:

Densidad promedio del aire (kg/m <sup>3</sup> )	Viscosidad del aire a 20 °C (kg/m <sup>2</sup> s)	Rugosidad absoluta de la plancha de acero inoxidable (m)
1.2	0.000018	0.00005

Re < 2000	Flujo laminar
Re > 4000	Flujo turbulento

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 + 2 \log \left( \frac{D}{\epsilon} \right) - 2 \log \left[ 1 + 9.3 \left( \frac{D}{\epsilon} \right) \left( \frac{1}{Re \sqrt{f}} \right) \right] \rightarrow \text{Para determinar el factor de fricción (f)}$$

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \rightarrow \text{Para encontrar el número de Reynolds (Re)}$$

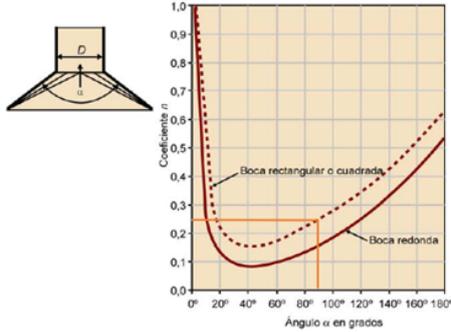
$$\Delta P_f = f \left( \frac{L}{D} \right) \left( \frac{\rho V^2}{2} \right) \rightarrow \text{Para calcular la pérdida de presión asociada (Pa)}$$

Luego, se calcula la pérdida de presión en la campana:

Para lograr esto, se calculó el coeficiente "n" por medio de un gráfico:

**g. Entrada a campanas de captación**

Coefficientes n de pérdida de carga referidos a la velocidad del aire en D



Fuente: Castejón, E. (s.f)

Del gráfico se obtuvo que el coeficiente (Co) es de 0.25

De esta manera, se procede a aplicar la velocidad en ducto, el Co y las siguientes fórmulas:

$$P_v = \left( \frac{V}{1.29} \right)^2 \quad \Delta p_t = c_o p_{v0}$$

Así, se obtiene la pérdida de presión en la campana:

Velocidad (m/s)	5.00
Pv	15.02
Co	0.25
Pérdida (ΔPt) (Pa)	3.76

Finalmente, se suman las pérdidas de presión en el tramo recto y en la campana, para obtener la pérdida de presión total del sistema de ventilación:

Pérdida total de presión (Pa)	22.73
-------------------------------	-------

**Apéndice 24.** Bitácora de resultados del método de evaluación REBA

<b>Bitácora del método REBA</b>	
Nombre completo:	
A. Análisis de cuello, piernas y tronco	Resultado
Puntuación cuello	
Puntuación piernas	
Puntuación tronco	
Puntuación A	
Puntuación fuerza/carga	
Puntuación final A	
B. Análisis de brazos, antebrazos y muñecas	Resultado
Puntuación antebrazos	
Puntuación muñecas	
Puntuación brazos	
Puntuación B	
Puntuación agarre	
Puntuación final B	
Puntuación total final	
Nivel de acción	

**Apéndice 25.** Bitácora de resultados del método de evaluación de la ecuación de NIOSH

Bitácora de la ecuación de NIOSH	
Nombre completo:	
A. Cálculo del Límite de Peso Recomendado (LPR)	Resultado
Peso de la carga (L)	
Distancia horizontal de la carga (H)	
Posición vertical de la carga (V)	
Desplazamiento vertical (D)	
Ángulo de asimetría (A)	
Frecuencia de levantamiento (F)	
Calidad del agarre (C)	
Límite de Peso Recomendado (LPR)	
B. Índice de Levantamiento (IL)	Resultado
Índice de Levantamiento (IL)	

**Apéndice 26.** Acta de muestreo para mediciones de estrés térmico por calor

HMA Maquilas S.A.												
Acta de muestreo para mediciones de estrés térmico por calor												
<b>Responsables:</b>												
<b>Fecha de muestreo:</b>												
<b>Hora inicial:</b>												
<b>Hora final:</b>												
<b>Puesto:</b>												
<b>Equipo de muestreo:</b>												
<i>Datos</i>												
Nombre del trabajador	Actividad que realiza	N° medición	Horario	BS (°C)	BH (°C)	TG (°C)	TGBHi	TGBHe	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Metabolismo promedio (W/m2)	TGBH promedio

**Apéndice 27.** Formulario de asistencia a las capacitaciones

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO ASISTENCIA A LAS CAPACITACIONES</b>	Código: AC
		Versión: 01
		Página: 1 de 1
<b>Responsable de la capacitación:</b>		
<b>Tema de la capacitación:</b>		
<b>Fecha de la capacitación:</b>		
<b>Hora de inicio:</b>		
<b>Hora de finalización:</b>		
<i>Nombre completo del participante</i>	<i>Área de trabajo en la empresa</i>	<i>Firma</i>
<b>Porcentaje (%) de trabajadores que asistieron a la capacitación:</b>		

**Apéndice 28.** Formulario de evaluación de la satisfacción del plan de capacitaciones del programa

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL PLAN DE CAPACITACIONES DEL PROGRAMA</b>		Código: CP
			Versión: 01
			Página: 1 de 2
<b>Tema de la capacitación:</b>			
<b>Participante:</b>			
<b>Fecha:</b>			
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>
¿Se informó con anticipación sobre la fecha, hora y lugar de la capacitación?			
¿Considera que los contenidos de la capacitación se organizaron de manera correcta?			
¿Se contó con los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo la capacitación?			
¿Se indicaron los objetivos de la capacitación?			
¿Considera que el expositor de la capacitación compartió los temas y conceptos de forma clara?			
¿Se aclararon dudas durante o al finalizar la capacitación?			
¿Considera que la capacitación le proporcionó el conocimiento necesario para ejecutar los procedimientos del programa?			

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL PLAN DE CAPACITACIONES DEL PROGRAMA</b>		Código: CP
			Versión: 01
			Página: 2 de 2
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>
¿Considera que la información que se impartió fue suficiente para aplicarla a sus actividades laborales?			
¿Se brindó material de apoyo (panfletos, presentaciones, folletos, entre otros)?			
¿Considera que el ambiente de la capacitación fue respetuoso y agradable?			
¿Se sintió satisfecho con la capacitación a la que asistió?			
Comentarios:			

**Apéndice 29.** Formulario lista de verificación de cumplimiento de responsabilidades del programa

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO LISTA DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE RESPONSABILIDADES DEL PROGRAMA</b>		Código: CR
			Versión: 01
			Página: 1 de 5
<b>Responsable:</b>			
<b>Fecha de aplicación:</b>			
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>
¿Se entregó el programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción a la empresa HMA Maquilas S.A?			
¿Fiorella Kikut y María Jesús Pereira están disponible para consultas del programa?			
¿Fiorella Kikut y María Jesús Pereira se mantienen informadas sobre los cambios implementados al programa por parte del encargado de Salud Ocupacional?			
¿La Gerencia General aprobó el programa?			
¿La Gerencia General aprobó los recursos tecnológicos, económicos y humanos para llevar a cabo el programa?			

HMA MAQUILAS S.A.	FORMULARIO LISTA DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE RESPONSABILIDADES DEL PROGRAMA		Código: CR
			Versión: 01
			Página: 2 de 5
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>
¿La Gerencia General supervisó el progreso de implementación del programa?			
¿La Gerencia General solicitó informes para mantenerse informado sobre la implementación y ejecución del programa?			
¿El Departamento de Recursos Humanos comunicó el programa a todas las partes involucradas?			
¿El Departamento de Recursos Humanos generó los permisos necesarios para que todo el personal de las líneas de producción pueda asistir a las capacitaciones?			
¿El Departamento de Recursos Humanos asignó los recursos humanos necesarios para el funcionamiento eficiente del programa?			
¿El Encargado de Mantenimiento coordinó las labores de mantenimiento preventivas y correctivas con la frecuencia que cada equipo y sistema demande?			

HMA MAQUILAS S.A.	FORMULARIO LISTA DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE RESPONSABILIDADES DEL PROGRAMA		Código: CR	
			Versión: 01	
			Página: 3 de 5	
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>	
¿El Encargado de Mantenimiento realizó las labores de mantenimiento preventivas y correctivas con la frecuencia que cada equipo y sistema demande?				
¿El Encargado de Salud Ocupacional aprobó el programa en conjunto con el Gerente General?				
¿El Encargado de Salud Ocupacional puso en ejecución el programa?				
¿El Encargado de Salud Ocupacional supervisó el programa para que se desarrolle correctamente en la empresa?				
¿El Encargado de Salud Ocupacional realizó las capacitaciones que se incluyen en el programa?				
¿El Encargado de Salud Ocupacional brindó seguimiento al programa implementando las mejoras necesarias (de ser el caso)?				
¿El Encargado de Salud Ocupacional comunicó las mejoras (de ser el caso) del programa al Gerente General y a los funcionarios?				

HMA MAQUILAS S.A.	FORMULARIO LISTA DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE RESPONSABILIDADES DEL PROGRAMA		Código: CR	
			Versión: 01	
			Página: 4 de 5	
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>	
¿El Departamento de Planeación planificó el requerimiento y solicitud de los materiales necesarios para llevar a cabo los controles del programa?				
¿El Departamento de Planeación comunica y trabaja en conjunto con los Departamentos de Inventarios, Calidad y Finanzas?				
¿El Departamento de Inventarios comunica al Departamento de Planeación cuando necesitan más materiales en el desarrollo de los controles ingenieriles y administrativos?				
¿El Departamento de Inventarios solicitó los materiales en caso de reparación?				
¿Las supervisoras de las líneas de producción implementaron y supervisaron los procedimientos de ergonomía y de estrés térmico por calor?				
¿El Encargado de Producción tiene conocimiento del programa y se mantiene informado sobre la implementación de este?				
¿El Encargado de Producción brinda su ayuda cuando es necesario?				

HMA MAQUILAS S.A.	FORMULARIO LISTA DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE RESPONSABILIDADES DEL PROGRAMA		Código: CR	
			Versión: 01	
			Página: 5 de 5	
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>	
¿El Departamento de Calidad corrobora que los controles ingenieriles y administrativos implementados influyen positivamente en las actividades de los colaboradores de las líneas de producción?				
¿El Departamento de Finanzas aprobó el presupuesto para el programa en conjunto con el Gerente General?				
¿El Departamento de Finanzas se mantiene informado sobre lo que realizan los Departamentos de Planeación y Calidad en cuestión de compras específicas para dicho programa?				
¿El Departamento de Finanzas brinda a la Gerencia General el reporte de los gastos que se van realizando?				

**Apéndice 30.** Formulario lista de verificación sobre el cumplimiento del programa

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO LISTA DE VERIFICACIÓN SOBRE EL NIVEL DE CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA</b>		Código: NC
			Versión: 01
			Página: 1 de 3
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>
<b>Controles ingenieriles ergonómicos</b>			
¿Se cumple con el propósito de: “prevenir la aparición de dolencias, molestias y trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores que desarrollan sus tareas en las líneas de producción” al utilizar las plataformas individuales para los trabajadores de las líneas de producción?			
¿Se cumple con el propósito de: “prevenir la aparición de dolencias, molestias y trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores que desarrollan sus tareas en las líneas de producción” al utilizar las mesas elevadoras para la manipulación de cargas de los trabajadores de las líneas de producción?			
¿Se cumple con el propósito de: “prevenir la aparición de dolencias, molestias y trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores que desarrollan sus tareas en las líneas de producción” al utilizar las alfombras antifatiga para el personal de las líneas de producción?			

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO LISTA DE VERIFICACIÓN SOBRE EL NIVEL DE CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA</b>		Código: NC
			Versión: 01
			Página: 2 de 3
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>
<b>Controles ingenieriles para estrés térmico por calor</b>			
¿Se cumple con el propósito de: “disminuir los niveles de temperatura presentes en la planta donde se ubican las líneas de producción” al implementar el sistema de ventilación natural con monitor en el techo, el recubrimiento del horno de la línea 2 y los sistemas de extracción localizada en los hornos de las líneas 7 y 8?			
<b>Controles administrativos para ergonomía</b>			
¿Se siguen las instrucciones estipuladas en el “Procedimiento de guía de ejercicios para pausas activas (GP-01)”?			
¿Se siguen las instrucciones estipuladas en el “Procedimiento para el manejo manual de cargas (MC-01)”?			
¿Se siguen las instrucciones estipuladas en el “Procedimiento para la guía de buenas prácticas de postura corporal (PC-01)”?			
<b>Controles administrativos para estrés térmico por calor</b>			
¿Se siguen las instrucciones estipuladas en el “Procedimiento de descanso (PD-01)”?			
¿Se siguen las instrucciones estipuladas en el “Procedimiento de hidratación (PH-01)”?			

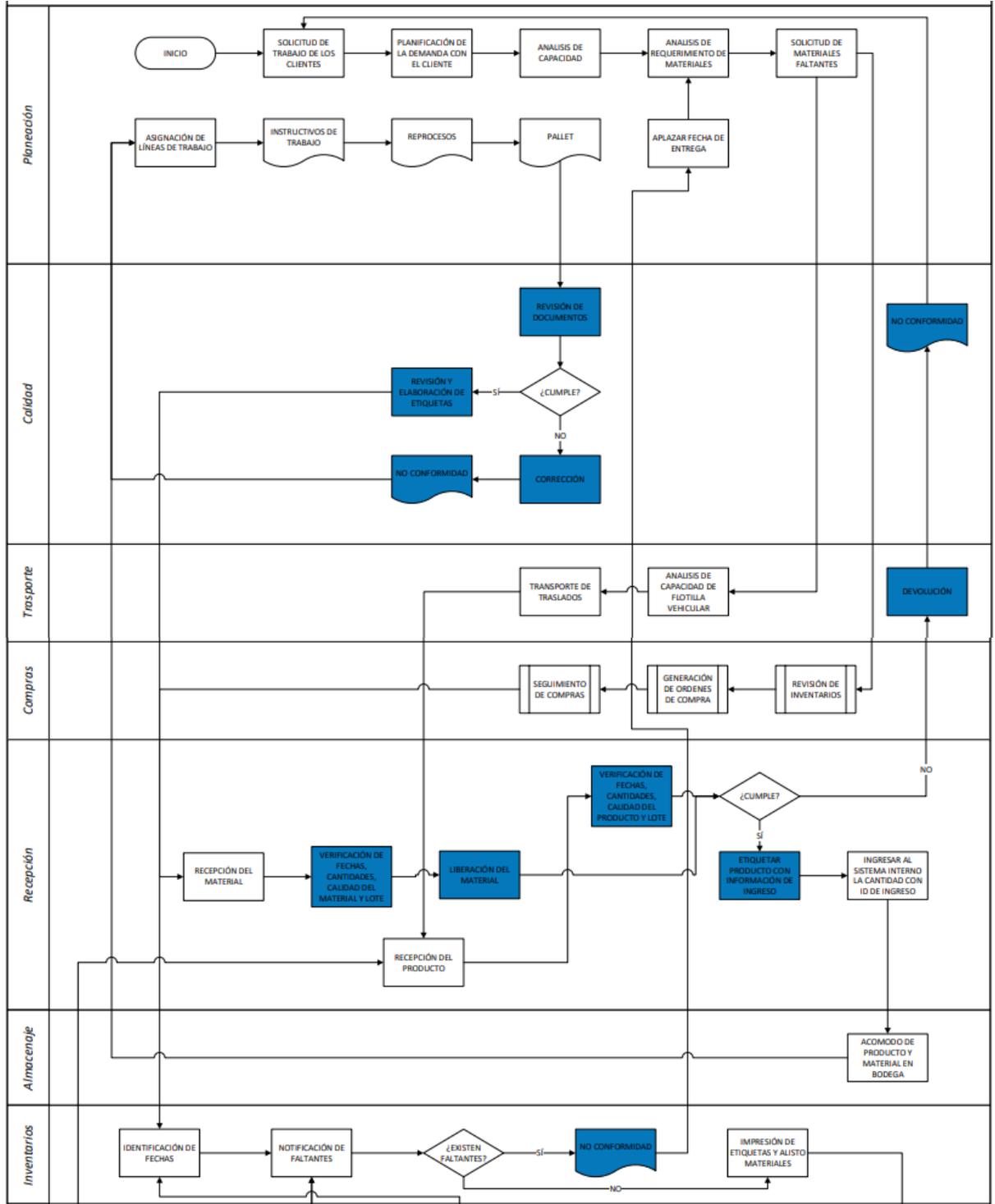
HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO LISTA DE VERIFICACIÓN SOBRE EL NIVEL DE CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA</b>		Código: NC
			Versión: 01
			Página: 3 de 3
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>
¿Se siguen las instrucciones estipuladas en el "Procedimiento de aclimatación (PA-01)"?			
¿Se siguen las instrucciones estipuladas en el "Procedimiento de rotación personal (RP-01)"?			

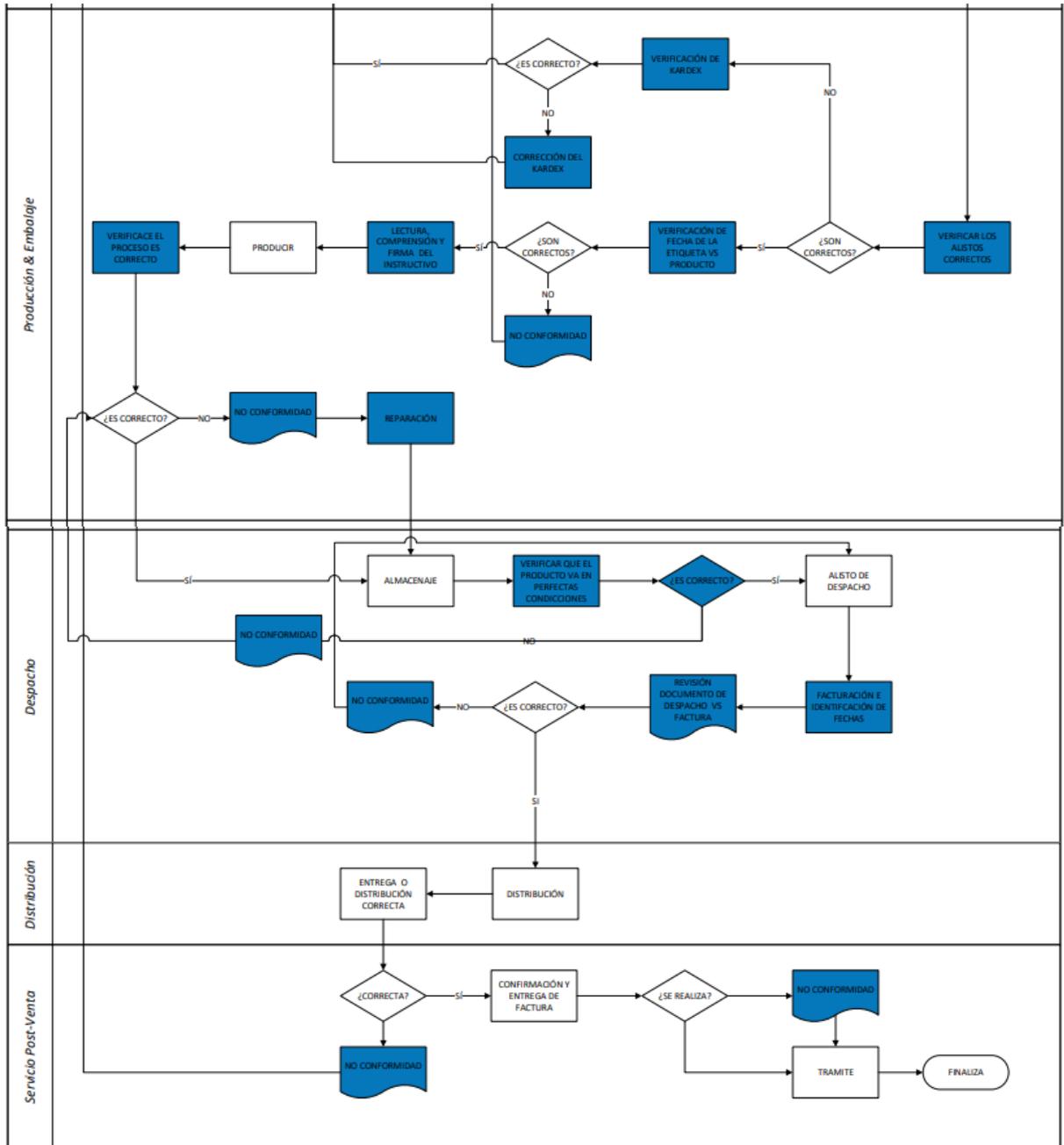
**Apéndice 31.** Formulario lista de verificación del cumplimiento de salud

HMA MAQUILAS S.A.	<b>FORMULARIO LISTA DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE VIGILANCIA DE LA SALUD</b>		Código: VS
			Versión: 01
			Página: 1 de 1
<b>Responsable:</b>			
<b>Fecha de aplicación:</b>			
<i>Ítem</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Comentario</i>
¿Se realizó la evaluación médica general para cada uno de los colaboradores de las líneas de producción?			
¿Se realizó la evaluación del método REBA?			
¿Se realizó la evaluación del método de la ecuación de NIOSH?			
¿Se realizó el muestreo de estrés térmico por calor en el área de planta donde se encuentran las líneas de producción?			

## X. ANEXOS

**Anexo 1.** Diagrama de procesos de la empresa HMA Maquila S.A.





Fuente: Marín, D. (2021).

**Anexo 2.** Documento Panorama de Factores de Riesgo Planta de Producción Mesas de Trabajo (Etiquetadores, Selladores, Hornos)

Panorama de Factores de Riesgo Planta de Producción Mesas de Trabajo (Etiquetadores, Selladores, Hornos)																					
Area de Trabajo	Exp	-Exp	Factor de Riesgo	Indicador	Fuente generadora	Control	Grado	Posibles efectos	Grado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo					
										B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN	
Producción	39	8 hrs.	1.Físicos	Temperatura.	Condiciones del local, poca o nula ventilación	Ninguno	1	Sensación de calor, cansancio prematuro disconfort	0.01	X			X							X	
				Iluminación.	Sistema de iluminación artificial	Mediciones de iluminación, control del tipo de pintura.	10	Esfuerzos visuales, pérdida de la capacidad visual, problemas de concentración y dolor de cabeza.	10		X			X							X
				Ruido y vibraciones.	Montacargas, camiones tráiler	Ninguno	0.01	Fatiga auditiva	0.01		X		X					X			
			2.Mecánicos	Friciones	N/A	N/A	N/A	N/A													
				Equipos, máquinas y herramientas	Montacargas, camiones tráiler	Mantenimiento continuo de maquinaria.	0.01	Golpes, Majonazos.	0,1		X			X							X
			3.Eléctricos	Uso de sistemas y equipos eléctricos.	Sistemas y equipos eléctricos en mal estado. Mantenimiento inadecuado.	Mantenimiento del sistema eléctrico de manera preventiva.	0.01	Descargas eléctricas, quemaduras, conatos de incendios	1	X				X						X	
			4. Superficie.	Alfombras en mal estado, objetos mal apilados u ordenados. Escaleras sin antideslizante.	Desorden y falta de limpieza. Alfombras y venillas en mal estado. Falta del antideslizantes en las escaleras.	Orden y limpieza desarrollado por Higiene	0.01	Caidas al mismo y diferente nivel. Tropezones, heridas, golpes, muerte	10	X				X						X	
			5. Actividad Física.	Carga dinámica	Realiza la labor de pie, con movimientos repetitivos de extremidades y tronco. Realizar labores inclinado en Hornos, empale tizar tarimas Levantamiento y transporte manual de cargas en Entarimado y Hacer Pesos, movimientos de pie, inclinado	Ninguno	100	Aumento carga física, cansancio, problemas lumbares Lumbalgia Dorsalgia Cervicalgia Problemas a largo plazo en relación al crecimiento anormal de hueso. Lesiones por micro traumatismos repetitivos	10		X				X						X
				Carga postural sentada	N/A	N/A	N/A	N/A													

Panorama de Factores de Riesgo Planta de Producción Mesas de Trabajo (Etiquetadores, Selladores, Hornos)																					
Área de Trabajo	# Exp	T-Exp	Factor de Riesgo	Indicador	Fuente generadora	Control	Grado	Posibles efectos	Grado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo					
										B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN	
Producción	39	8 hrs.	6. Carga Mental.	Contenido del trabajo. Manejo de información confidencial.	Atención-concentración moderada a alta durante las operaciones de trabajo	Formación profesional y capacitación	0.01	Fatiga, tensión, dolor de cabeza, stress laboral	0.1	X				X			X				
				Organización del trabajo.	Trabajo moderado en función de plan de trabajo		0.01	Problemas de salud mental como: estrés, depresión, irritabilidad, ansiedad, fatiga.	0.1	X				X			X				
			7. De Seguridad.	Atención abierta de personas, manejo de efectivo, valores o información importante.	Asaltos, secuestros, amenazas de bomba. Personas irritadas. Malas relaciones interpersonales. Stress y carga laboral	Capacitación para reaccionar en estos casos de emergencia. Intervención de Recursos Humanos en casos de malas relaciones interpersonales	0.1	Agresiones verbales o físicas, stress laboral, fatiga, ansiedad	100		X			X					X		
			8. Igneológicos.	Incidios o inicios de incendio	Tarimas de madera, cajas de cartón Mal estado o uso inadecuado de sistemas y equipos eléctricos.	Capacitación al personal expuesto. Brigadas de Emergencias. Extintores portátiles	0.1	Dificultades para evacuar. Caídas a diferente nivel, golpes, quemaduras, asfixia, muerte	10	X				X					X		
			9. Ambiente Natural	Sismos, tormentas eléctricas, vientos huracanados	La naturaleza	Ninguno	0.01	Lesiones humanas y materiales	10	X				X					X		
			10. Biológicos.	Atención de personas.	Limpieza y desinfección insuficiente de superficies.	Mantener limpias las áreas de trabajo e implementar medidas de higiene personal.	0.01	Adquisición de enfermedades infecto-contagiosas	10	X				X					X		
			11. Ergonómicos.	Posturas o posiciones de trabajo incorrectas.	Malos hábitos posturales, mobiliario incorrecto. Diseño de puesto incorrecto.	Capacitación, compra de silla adecuada, aplicación de principios ergonómicos	100	Lesiones musculoesqueléticas.	10		X				X						X
			12. Saneamiento básico.	Potabilidad del agua e inocuidad en los alimentos.	Limpieza insuficiente del sistema de almacenamiento y abastecimiento de agua potable. Falta de medidas de higiene y sanitación durante la elaboración de alimentos.	Capacitación, mantenimientos de los sistemas de agua Limpieza diaria de las instalaciones	0.01	Intoxicaciones alimentarias, enfermedades y virus contagiosos.	1	X				X					X		
			13. Químicos.	Polvos, Productos de Limpieza	Ambiente en general	Limpieza diaria de las instalaciones	0.01	Alergias respiratorias.	1	X				X					X		

Fuente: Alcóser, M. (2020).

### Anexo 3. Ergonomic Assessment Checklist

Ergonomic Assessment Checklist		Date	Activity Assessed	
<b>Risk Rating (circle one)</b>  <u>High</u> <u>Medium</u> <u>Low</u>  <small>*See Notes on bottom of form to obtain the Rating*</small>	Organization		Point of Contact	
	Personnel Observed			
	BLDG NO/Location		ROOM/AREA	
Ergonomic Assessment Checklist				
Risk Factors			Yes	No
1. Have any shop workers been previously diagnosed with any of the following CTD's: Carpal tunnel, Tendonitis, Tenosynovitis, De Quervain's disease, Trigger Finger, White finger, Hand Arm Segmental Vibration Syndrome, Muscle strains, or Back ailments?				
2. Have there been any worker complaints concerning ergonomic issues?				
3. Do employees perform high repetition tasks? (100 reps/hour to 2000 per/day)				
4. Do the employee's routine tasks require repeated heavy lifting? (>20 lbs) or occasional heavy lifting (>50 lbs)				
5. Are employees using awkwardly designed tools, which cause the worker to operate the tool outside of a neutral position for an extended period of time? (> 1 hour)				
6. Do employees perform tasks with an awkward head or neck position for an extended period of time? (1 to 3 hours)				
7. Do employees perform tasks that require awkward back angles to be held for extended periods of time (2 to 3 hours)? i.e. hunching, bending, or squatting				
8. Do employees perform tasks with an awkward elbow angle for an extended period of time (1 to 3 hours) or with extreme force application?				
9. Do employees perform tasks with an awkward elbow abduction angle for an extended period of time (1 to 3 hours) or with extreme force application?				
10. Do employees perform tasks with an awkward wrist flexion angle for an extended period of time (1 to 3 hours) or with extreme force application?				
11. Do employees perform tasks with an awkward wrist extension angle for an extended period of time (1 to 3 hours) or with extreme force application?				
12. Do employees perform tasks with an awkward back/hip flexion angle for an extended period of time (1 to 3 hours) or with extreme force application?				
13. Do employees perform tasks with an extreme reaching distance for an extended period of time (1 to 3 hours) or with extreme force application?				
14. Do employees perform tasks with an odd work station height (either standing or sitting) for an extended period of time (1-3 hours) or with extreme force application?				
15. Are high impact tools used routinely? i.e., riveters, bucking bars, or impact wrenches				
16. Are high vibration producing tools used routinely? i.e., die grinders, sanders, weed eaters				
17. Do employees perform tasks at an extreme height (high or low) for an extended period of time (1 to 3 hours) or with extreme force application?				
18. Are there any other areas of concern either from your observations or employee complaints?				

\*Note if there is a **Yes** checked in any block please use page two to give a brief explanation of what the activity is or what the worker complaint was.

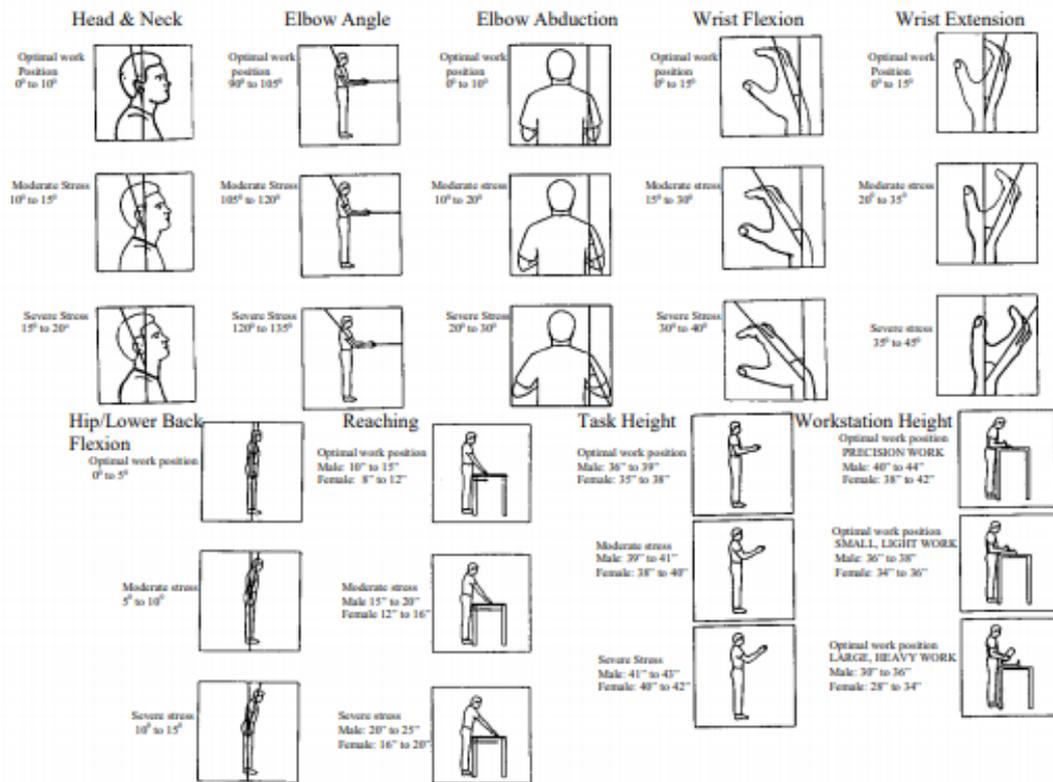
**High Risk:** If you answered Yes to #1 (and the shop has done nothing to fix it), if Yes to #2 or 3 and two other Yes's in #'s 4 through 15, or if Yes to six or more in #'s 4 through 15.

**Medium Risk:** If you answered Yes to #1 (and the shop has made changes), if Yes to #2 or 3 and one other Yes in #'s 4 through 15, or if Yes to three to five in #'s 4 through 15.

**Low Risk:** If no Yes's in #'s 1, 2, or 3 and less than 3 Yes's in #'s 4 through 15.



## Risk Factor Guide



Fuente: OSHA (2018).

**Anexo 4.** Cuestionario de dolencias musculoesqueléticas de la Universidad de Cornell



	En la última semana trabajada, ¿con qué frecuencia sintió dolor, molestia o incomodidad? Marque un solo recuadro por cada parte del cuerpo.					Si ha experimentado dolor, ¿qué tan intenso ha sido? Marque un solo recuadro por cada parte del cuerpo.				Si ha tenido dolor, ¿el dolor ha interferido con su capacidad para trabajar? Marque un solo recuadro por cada parte del cuerpo.		
	Nunca	1-2/ sem.	2-3/ sem.	1/ día	varias al día	No dolor	Poco dolor	Dolor moderado	Mucho dolor	No	Poco	Mucho
Cuello	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hombro (izq.) (der.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Espalda alta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brazo (izq.) (der.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Espalda baja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Antebrazo (izq.) (der.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muñeca y mano (izq.) (der.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cadera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muslo (izq.) (der.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rodilla (izq.) (der.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pierna (izq.) (der.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pie (izq.) (der.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Universidad de Cornell. (1994).

Anexo 5. Hoja de campo del método REBA

## Método R.E.B.A. Hoja de Campo

**Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco**

**CUELLO**

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
>20° flexión o extensión	2	

**PIERNAS**

Movimiento	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir + 2 si las rodillas están flexionadas + de 60° (salvo postura sedente)

**TRONCO**

Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	
0°-20° flexión	2	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° extensión		
20°-60° flexión	3	
>20° extensión		
> 60° flexión	4	

**CARGA / FUERZA**

0	1	2	+1
< 5 Kg.	5 a 10 Kg.	> 10 Kg.	Instauración rápida o brusca

Resultado TABLA A

**Grupo B: Análisis de brazos, antebrazos y muñecas**

**ANTEBRAZOS**

Movimiento	Puntuación	Corrección
60°-100° flexión	1	
<60° flexión >100° flexión	2	

**MUÑECAS**

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir + 1 si hay torsión o desviación lateral
>15° flexión/ extensión	2	

**BRAZOS**

Posición	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión/ extensión	1	Añadir: + 1 si hay abducción o rotación.
>20° extensión	2	+ 1 si hay elevación del hombro.
20°-45° flexión	3	+ 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad.
>90° flexión	4	

Resultado TABLA B

**AGARRE**

0 - Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Corrección: Añadir +1 si:  
 Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.  
 Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 ves/min.  
 Cambios posturales importantes o posturas inestables.

Puntuación A =

Puntuación B =

**PUNTAJUE FINAL**

**NIVEL DE ACCIÓN: 1 = No necesario; 2-3 = Puede ser necesario; 4 a 7 = Necesario; 8 a 10 = Necesario pronto; 11 a 15 = Actuación inmediata**

Fuente: Ergonautas (2015).

**Anexo 6.** Evaluación de la tasa metabólica mediante requisitos de la tarea según la norma UNE-EN ISO 8996:2005

**Tabla B.1**  
Tasa metabólica (en  $W \cdot m^{-2}$ ) para un individuo sentado, en función de la carga de trabajo y de la parte del cuerpo implicada

Parte del cuerpo		Carga de trabajo		
		Ligera	Media	Pesada
Ambas manos	Valor medio	70	85	95
	Rango	< 75	75 a 90	> 90
Un brazo	Valor medio	90	110	130
	Rango	< 100	100 a 120	> 120
Ambos brazos	Valor medio	120	140	160
	Rango	< 130	130 a 150	> 150
Cuerpo entero	Valor medio	180	245	335
	Rango	< 210	210 a 285	> 285

**Tabla B.2**  
Suplemento para la tasa metabólica (en  $W \cdot m^{-2}$ ) debido a las posturas del cuerpo

Postura del cuerpo	Tasa metabólica (en $W \cdot m^{-2}$ )
Sentado	0
De rodillas	10
En cuclillas	10
De pie	15
De pie e inclinado hacia delante	20

Fuente: AENOR, 2005.