



Instituto Tecnológico de Costa Rica

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 riesgos ergonómicos y por exposición a calor de los procesos productivos de Frame y Cushion de una empresa de dispositivos médicos

Luis Alejandro Arroyo Fernández

2017071749

Fecha

Noviembre, 2022



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-  
NoComercial-CompartirIguual 4.0 Internacional.

## Constancia de defensa pública

Informe presentado a la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniera en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental con el grado de licenciatura.

### Miembros del Tribunal

ARA LILLIANA  
VILLALOBOS  
RODRIGUEZ (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
ARA LILLIANA VILLALOBOS  
RODRIGUEZ (FIRMA)  
Fecha: 2022.11.25 14:30:43  
-06'00'

---

**Ing. Ara Villalobos Rodríguez MGP**

**Asesora académica**

ANDRES ROBLES  
RAMIREZ (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
ANDRES ROBLES RAMIREZ  
(FIRMA)  
Fecha: 2022.11.23 15:56:09  
-06'00'

---

**Ing. Andrés Robles Ramírez M. Eng**

**Profesor Evaluador**

ADRIANA MARIA  
CAMPOS  
FUMERO (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
ADRIANA MARIA CAMPOS  
FUMERO (FIRMA)  
Fecha: 2022.11.23  
18:08:45 -06'00'

---

**Ph.D. Adriana Campos Fumero**

**Profesora Evaluadora**

MONICA MARIA  
CARPIO CHAVES  
(FIRMA)

Firmado digitalmente por  
MONICA MARIA CARPIO  
CHAVES (FIRMA)  
Fecha: 2022.11.23 14:43:00  
-06'00'

---

**Ing. Mónica Carpio Chaves MSc.**

**Coordinadora de Trabajo Final de Graduación**

**En representación de la Dirección EISLHA**

**Cartago**

**23 de Noviembre,**

**2022**

## **Dedicatoria**

Quiero darle gracias a Dios por permitirme concluir mis estudios universitarios de manera exitosa. Le dedico este proyecto a mi abuelos Carlos y Teresa por ser un apoyo incondicional desde mi infancia, asimismo, a mi madre pues con su esfuerzo nos brindó la posibilidad de educación a mis hermanos y a mí. Quiero agradecer a Dayanna y su madre Giselle, pues fueron un apoyo incondicional en toda mi carrera universitaria. Finalmente quiero agradecer a los profesores Ara Villalobos y Andrés Robles por ser excelentes personas y profesores, así como a mis compañeros de universidad y trabajo Allison, Erick, Valery, Fiorella, Valeria, Daniel, Álvaro, Paulina y Karla y todos aquellos que fueron un gran apoyo en este proceso y en toda mi carrera universitaria.

Luis Alejandro Arroyo Fernández

## Resumen

El presente proyecto se desarrolló en una empresa de dispositivos médicos ubicada en el Coyol de Alajuela, la cual se encarga de crear productos para el cuidado de la salud, como lo es el caso de las máscaras para la apnea del sueño; conjuntamente, el presente proyecto tiene el objetivo general de proponer un programa de control de la exposición a riesgos ergonómicos y a calor para los colaboradores de las líneas de los procesos productivos de Frame y Cushion.

Para lograr este objetivo se plantearon herramientas de identificación y evaluación de riesgos ergonómicos y por exposición a calor mediante instrumentos como entrevistas, encuestas, *softwares*, muestreos y cuadros de resultados, como, por ejemplo, la Ergonomics Assessment Checklist, REBA, RULA y spring 3

Los resultados de estas herramientas indican que las principales dolencias musculoesqueléticas entre los trabajadores son dolor de cuello (95%), espalda (95%) y muñecas (40%). Según REBA y RULA se obtuvo niveles de riesgo moderado y alto respectivamente, para las estaciones de trabajo uno y dos de ambos procesos. Ahora bien, respecto a las condiciones térmicas, no se tiene riesgo de sufrir estrés térmico ( $19,22\text{ °C} < 28\text{ °C}$ ), sin embargo, existen porcentajes elevados de insatisfacción laboral a causa de la exposición por calor de acuerdo con el método Fanger, donde las principales problemáticas se derivan del calor radiante de los moldes y la velocidad del viento en el área de trabajo.

Dentro de las principales conclusiones se tiene que es conveniente aplicar controles que reduzcan el riesgo ergonómico y por exposición a calor, por lo que se genera una propuesta de programa que ayude a controlar la exposición a riesgos ergonómicos y calor, mediante controles administrativos e ingenieriles.

**Palabras clave:** Estaciones de trabajo, ergonomía, calor, posturas forzadas, *assessment*.

## **Abstract**

This project was developed in a medical device company located in Coyol de Alajuela, which develops health care products, such as sleep apnea masks; in addition, this project has the general objective of proposing a program to control the exposure to ergonomic risks and heat for the employees of the Frame and Cushion production process lines.

To accomplish this objective, tools for the identification and evaluation of ergonomic and heat exposure risks were proposed through instruments such as interviews, surveys, software, sampling, and results tables, such as the Ergonomics Assessment Checklist, REBA, RULA and spring 3.

The results of these tools indicate that the main musculoskeletal complaints among workers are neck pain (95%), back pain (95%) and wrist pain (40%). According to REBA and RULA, moderate and high-risk levels were obtained, respectively, for workstations one and two of both processes. Regarding thermal conditions, there is no risk of heat stress ( $19.22\text{ }^{\circ}\text{C} < 28^{\circ}\text{C}$ ), however, there are high percentages of labor dissatisfaction due to heat exposure according to the Fanger method, where the main problems derive from the radiant heat of the molds and the wind speed in the work area.

The main conclusions indicate that it is convenient to apply controls that reduce ergonomic risk and heat exposure, so a program proposal is generated to help control exposure to ergonomic risks and heat, through administrative and engineering controls.

**Key words:** Workstations, ergonomics, heat, forced postures, assessment.

## Índice

<b>I. Introducción</b> .....	<b>12</b>
<b>A. Identificación de la empresa</b> .....	<b>12</b>
1. Misión y visión.....	12
2. Antecedentes históricos .....	12
3. Ubicación geográfica .....	12
4. Organigrama de la organización .....	13
5. Cantidad de colaboradores.....	14
6. Mercado .....	14
7. Proceso productivo y productos.....	14
<b>A. Planteamiento del problema</b> .....	<b>16</b>
<b>B. Justificación</b> .....	<b>17</b>
<b>C. Objetivos</b> .....	<b>20</b>
1. Objetivo general.....	20
2. Objetivos específicos .....	20
<b>D. Alcance</b> .....	<b>21</b>
<b>E. Limitaciones</b> .....	<b>21</b>
<b>II. Marco Conceptual</b> .....	<b>22</b>
<b>III. Metodología</b> .....	<b>27</b>
A. Tipo de investigación .....	27
B. Fuentes de información.....	27
1. Primarias.....	27
2. Secundarias .....	28
3. Terciarias .....	29
C. Población y muestra .....	29
D. Operacionalización de variables .....	33
E. Descripción de instrumentos de investigación.....	39
<b>IV. Análisis de la situación actual</b> .....	<b>52</b>
<b>D. Conclusiones</b> .....	<b>61</b>
<b>E. Recomendaciones</b> .....	<b>62</b>
<b>V. Alternativas de solución</b> .....	<b>64</b>

<b>Programa de control de la exposición a riesgos ergonómicos y a calor para los colaboradores de las líneas de los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.</b>	<b>1</b>
<b>A. Generalidades</b>	<b>7</b>
1. Introducción	7
<b>B. Liderazgo</b>	<b>9</b>
1. Política de Salud y seguridad	9
2. Objetivos	9
3. Alcance	10
4. Limitaciones	10
5. Metas	10
6. Recursos	13
7. Responsabilidades	13
<b>C. Ejecución del programa</b>	<b>18</b>
1. Controles ingenieriles para riesgos ergonómicos	18
2. Controles administrativos por exposición a riesgos ergonómicos	38
3. Controles ingenieriles para la exposición por calor	60
4. Controles administrativos para la exposición por calor	83
<b>D. Vigilancia de la salud</b>	<b>88</b>
1. Objetivo	88
2. Alcance	88
3. Responsables	88
4. Evaluaciones	88
<b>E. Plan de capacitación del programa</b>	<b>92</b>
1. Objetivo	92
2. Alcance	92
3. Responsabilidades	92
4. Plan de capacitaciones del programa	93
<b>F. Evaluación y seguimiento</b>	<b>95</b>
1. Objetivo	95
2. Alcance	95
3. Responsables	95
4. Procedimiento	95



5. Cuantificación del desempeño .....	96
6. Documentos relacionados.....	98
<b>G. Cronograma y presupuesto del programa .....</b>	<b>100</b>
1. Diagrama Gantt del programa.....	100
2. Presupuesto del programa.....	95
<b>H. Conclusiones del programa .....</b>	<b>96</b>
<b>I. Recomendaciones.....</b>	<b>97</b>
<b>VI. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>172</b>
<b>VII. Apéndices.....</b>	<b>180</b>
<b>VIII. Anexos .....</b>	<b>233</b>

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa de dispositivos médicos en Costa Rica.....	13
Figura 2. Estructura organizativa de la empresa de dispositivos médicos .....	13
Figura 3. Nivel de actuación del método REBA .....	42
Figura 4. Nivel de actuación del método RULA.....	43
Figura 5. Plan de análisis parte uno.....	49
Figura 6. Plan de análisis parte dos .....	50
Figura 7. Plan de análisis parte tres.....	51
Figura 8. Mesa de trabajo actual de inspección.....	51
Figura 9. Temperaturas de BS, BH y globo con respecto al tiempo en la estación uno el día dos. ....	57

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Cantidad de colaboradores de la empresa de dispositivos médicos .....	14
Cuadro 2. Población y muestra por herramienta a ejecutar .....	31
Cuadro 3. Operacionalización de las variables de objetivo específico 1 .....	33
Cuadro 4. Operacionalización de las variables de objetivo específico 2 .....	35
Cuadro 5. Operacionalización de las variables de objetivo específico 3 .....	37
Cuadro 6. Dimensiones del local de trabajo .....	53
Cuadro 7. Resumen de resultados de Ergonomics Assessment Checklist .....	55
Cuadro 8. Resultados del Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires .....	48
Cuadro 9. Resumen de resultados de la identificación de peligros ergonómicos .....	48
Cuadro 10. Resultados críticos de REBA en la estación de trabajo uno .....	49
Cuadro 11. Resultado críticos de RULA en la estación de trabajo dos de Frame y Cushion.	51
Cuadro 12. Resumen de evaluaciones ergonómicas.....	52
Cuadro 13. Tasas metabólicas de cada proceso productivo por estación de trabajo.....	55
Cuadro 14. Valores máximos alcanzados en el día uno.....	56
Cuadro 15. Valores máximos alcanzados en el día dos.....	56
Cuadro 16. Valores máximos alcanzados en el día tres.....	58
Cuadro 17. Cuadro comparativo entre los Índices TGBH por día en cada estación y los valores de referencia para aclimatados en trabajo moderado .....	59
Cuadro 18. Índice de Valoración Medio y Porcentaje de insatisfechos respecto a los valores críticos por día en cada estación .....	59

## I. Introducción

### A. Identificación de la empresa

La empresa de dispositivos médicos es una organización con más de 130 años, y con experiencia y diferentes mercados, actualmente se especializa en dispositivos médicos que buscan mejorar la calidad de vida de las personas.

#### 1. Misión y visión

- Misión

“Mejorar la vida de las personas por medio de una innovación significativa”  
(Empresa de dispositivos médicos, comunicación personal, 21 de marzo de 2022).

- Visión

“Mejorar la vida de 2.5 mil millones de personas cada año para el año 2030”  
(Empresa de dispositivos médicos, comunicación personal, 21 de marzo de 2022).

#### 2. Antecedentes históricos

La empresa de dispositivos médicos fue fundada en 1891 en Eindhoven, Países Bajos, donde incursionaron en la producción de bombillas eléctricas incandescentes confiables y rentables. En la década de 1910 crean el primer laboratorio de investigación, posteriormente tienen participación en la tecnología de la salud. En la actualidad la organización es líder en la tecnología de la salud. Para el año 2016 llegan a Costa Rica, e inician la producción de dispositivos médicos, luego de 6 años, crecen estructuralmente y desarrolla nuevos productos (Empresa de dispositivos médicos, comunicación personal, 21 de marzo de 2022).

#### 3. Ubicación geográfica

La empresa está localizada en la Zona Franca de Coyol de Alajuela, Costa Rica (ver figura 1).

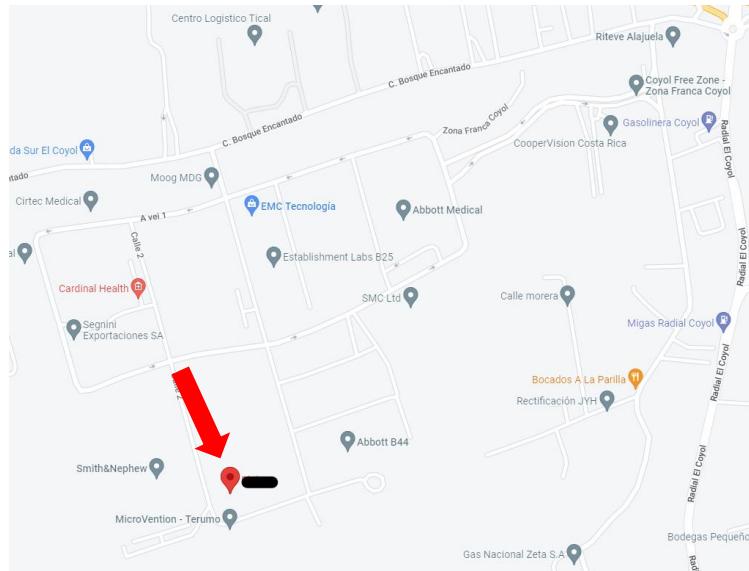


Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa de dispositivos médicos en Costa Rica

Fuente: Google Maps

#### 4. Organigrama de la organización

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa de dispositivos médicos ubicada en Costa Rica.

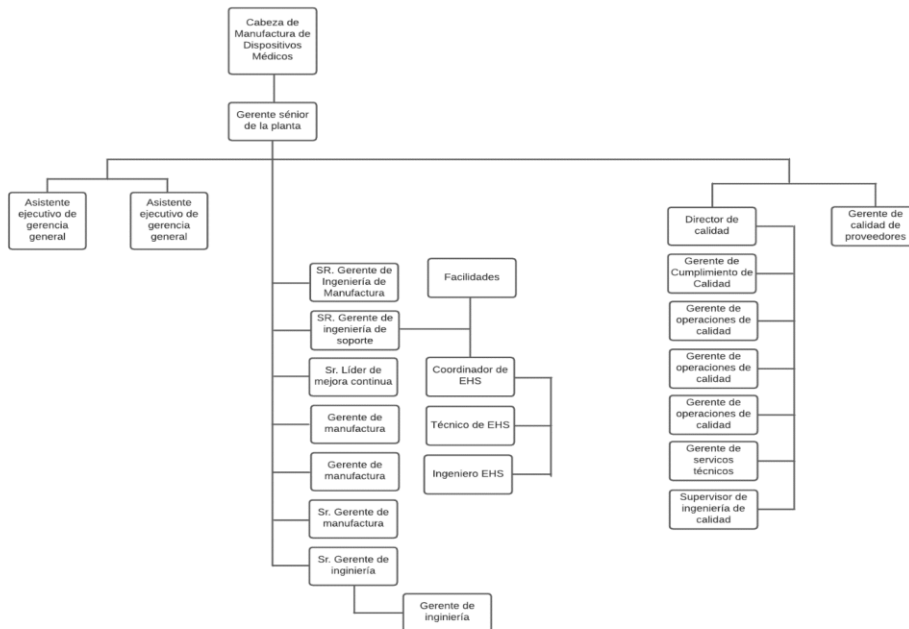


Figura 2. Estructura organizativa de la empresa de dispositivos médicos

## 5. Cantidad de colaboradores

En el siguiente cuadro se observa la cantidad de trabajadores de la empresa de dispositivos médicos.

Cuadro 1. Cantidad de colaboradores de la empresa de dispositivos médicos

Cantidad de colaboradores	Sexo
1520	Mujeres
1150	Hombres

Asimismo, cabe destacar que, dentro de esta población, 396 personas pertenecen a la unidad de negocios donde se realizará la presente investigación.

## 6. Mercado

La empresa de dispositivos médicos posee un mercado internacional variado, esto debido a que exporta sus productos a países como Estados Unidos, Europa, Bélgica, y Japón.

## 7. Proceso productivo y productos

Dentro de la empresa de dispositivos médicos, existen diferentes unidades de negocio: Catéteres, Sensores y Mascarillas, dentro de esta última se tienen dos procesos productivos llamados Frame y Cushion, los cuales cada uno está conformado por tres estaciones de trabajo que se encuentran alrededor de una máquina de moldeo, y esto conforma una línea de trabajo (ver apéndice 1), a su vez, dentro del local de trabajo se tienen once líneas de trabajo de Frame y nueve de Cushion (ver apéndice 2).

### Proceso Productivo

Frame: El proceso comienza cuando el operario uno en la estación de trabajo uno, arma y coloca el inserto en el molde del material, seguidamente, se acciona la máquina de moldeo para que la mesa rotatoria coloque los insertos en la parte interna de la máquina. Una vez la máquina de moldeo comienza la operación, se inyectan unas resinas que se combinan en la cavidad del molde, el cual se encuentra a 300 °F

formando el producto que es extraído por el colaborador y colocado en el plano de trabajo.

Posteriormente el trabajador realiza una limpieza del molde y luego desensamblan las partes del inserto y saca el material, a este se le realiza una pequeña revisión antes de ser entregado al operario dos. Este se encuentra en una mesa en la estación de trabajo dos, la cual está ubicada a un costado de la máquina de moldeo, y es quien realiza una inspección visual más detallada para eliminar residuos o descartar el producto. Finalmente, el material aprobado es llevado a un tercer trabajador, en la estación de trabajo tres, que mediante una impresora coloca las tallas del producto y lo guarda en una bolsa para ser transportado. Cabe destacar que el operario uno ensambla y desensambla dos insertos por cada ronda.

Cushion: El proceso es similar a Frame, ya que se ejecutan los mismos pasos a nivel general, debido a que se tienen los mismos planos de trabajo y la misma máquina de moldeo, sin embargo, las tareas y posturas son diferentes, dado que el molde no utiliza un inserto, solamente una placa de termoplástico, lo que conlleva no tener los pasos de desensamble y ensamble de inserto, asimismo, se deben ejecutar inspecciones en el puesto uno y cortes e inspección al producto en la estación dos, así como la colocación de la talla del material en la estación tres.

Es importante destacar que los procesos de Frame y Cushion son familias de productos sin ninguna relación, asimismo, existe una rotación de estaciones de trabajo cada hora y la jornada laboral diaria es de 12 horas dado que son cuatro turnos de trabajo comprimidos.

## Productos

- Catéteres: Dispositivos médicos que se introducen en el tejido y dan acceso a otros instrumentos médicos.
- Sensores: Medidores de nivel de oxígeno en la sangre.
- Mascarillas: Máscaras para la apnea del sueño.

## **A. Planteamiento del problema**

De acuerdo con una entrevista realizada en el 2022, por el sustentante del presente proyecto, al departamento de ambiente, salud y seguridad (EHS), y al consultorio médico laboral (CML), se identificó que existe una preocupación asociada a los procesos de Frame y Cushion. Pues hasta la fecha no se han realizado acciones pendientes recomendadas por EHS y CML para el rediseño de las estaciones de ambos procesos, dado que estas no se adaptan a todos los trabajadores, lo cual provoca posturas forzadas según lo mencionado por dichos departamentos.

Anudado a lo anterior, durante el año 2021, en el área de estudio, CML notificó y evaluó 53 quejas ergonómicas asociadas a dolencias musculoesqueléticas, de las cuales, el 58 % son asociadas a los dos procesos productivos en investigación (Frame y Cushion), donde las principales dolencias que los colaboradores experimentaron fueron dolor de cuello, espalda, hombros y muñeca.

Respecto a las condiciones térmicas de Frame y Cushion, existe una inquietud por parte de EHS, esto debido a que, para llevar a cabo su proceso productivo, el molde se calienta a una temperatura de 300 °F. Y ya que no se poseen aislantes para el calor irradiado por el molde, el ambiente en las líneas de trabajo se percibe como caluroso por lo que se requieren mediciones ambientales para determinar la exposición por calor que se tiene en las líneas.

Asimismo, conforme a lo comentado por el consultorio médico de la empresa, en una comunicación personal, para el año 2021, se recibieron 15 quejas verbales por parte de los colaboradores sobre las condiciones térmicas de los puestos de trabajo. Conforme a la información anterior, queda expuesta la necesidad de una intervención en la exposición a riesgos ergonómicos y por calor asociados los procesos productivos.



## **B. Justificación**

Según el *Canadian Centre for Occupational Health and Safety* (2019), un mal diseño en el puesto de trabajo combinado con ciertas tareas, pueden provocar que los colaboradores opten posturas forzadas, y estas generan estiramientos o compresión de vasos sanguíneos, tendones y nervios. Además, cuanto más tiempo se tengan estas posturas incómodas, existen más probabilidades de desarrollar trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, *WMSD*, por sus siglas en inglés.

Cabe resaltar que, en la empresa de dispositivos médicos, en los procesos de *Frame* y *Cushion* no existe una adaptación de la altura del plano de trabajo en las estaciones de trabajo uno y dos, lo cual causa que los trabajadores tomen posturas forzadas, y esto combinado con los periodos prolongados en los procesos productivos sin rotación a otros procesos productivos, esté desencadenado quejas por dolencias musculoesqueléticas derivadas de las condiciones de diseño de las estaciones de trabajo.

De acuerdo con el Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social de España (2019), los daños más comunes por posturas inadecuadas son lumbalgias, deterioros a nivel de las cervicales, contracturas musculares o por compresión de los nervios que se irradian hasta los hombros y la cabeza. Según datos del consultorio médico de la empresa, estas dolencias musculoesqueléticas son las más comunes en los procesos de *Frame* y *Cushion*.

Lo preocupante del padecimiento de *WMSD* son las consecuencias a nivel de salud de los trabajadores, como así los resultados a nivel organizacional. Dentro de las repercusiones en la salud de los trabajadores se tienen los problemas físicos, de tal manera que se puede llegar a desarrollar enfermedades crónicas que derivan en incapacidades, reducciones salariales, como así problemas a nivel social y familiar.

Dentro de los efectos percibidos por las organizaciones se tiene la disminución de la productividad a causa del ausentismo, aumento de incidentes, costes por

procedimientos legales, readaptación de los puestos de trabajo, rotación o contratación de nuevos trabajadores para suplir a los afectados. Sumado se tendrían los costes de entrenamiento de personal, para que estos logren realizar las operaciones de las personas que fueron retiradas del puesto (Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social de España, 2017). Asimismo, Ramírez-Pozo y Montalvo (2019), comentan que los trastornos musculoesqueléticos representan uno de los más importantes y costosos problemas de salud pública a nivel mundial, esto por su capacidad de generar enfermedad, incapacidad y retiro laboral temprano.

Anudado a lo anterior, desde la ergonomía ambiental, la exposición ocupacional a calor puede tener diferentes efectos, esto de acuerdo con el nivel de exposición. Ávila et al. (2016), mencionan que en condiciones ambientales de calor no excesivo pueden aparecer alteraciones como ansiedad, insatisfacción, irritación, dolores de cabeza, disconformidad y pérdida de concentración.

También puede aumentar la probabilidad de accidentes en el trabajo, agravar enfermedades previas, incrementar el ausentismo laboral, reducir la calidad del producto, especialmente en actividades de tipo manual. Conjuntamente, a través de un estudio previo, realizado por el sustentante del presente proyecto, en el año 2022, mediante una encuesta no probabilística tomada a 30 personas, se halló que más del 50 % han experimentado fatiga, cansancio, dolores de cabeza y sudoración excesiva.

Además, este estudio señala que el 70 % de las personas perciben su entorno de trabajo como bastante caluroso y se evidenció que el 96 % están insatisfechos con la cantidad de aire fresco que perciben. Por lo que se puede observar con la información anterior que existen problemas asociados a las condiciones ambientales de los espacios de trabajos de Frame y Cushion.

Cabe destacar que, en la empresa de dispositivos médicos, la ausencia de controles que mitiguen los problemas encontrados impactaría la salud de los colaboradores, dado que se podría tener un aumento en la cantidad de dolencias

musculoesqueléticas, así como personas con insatisfacción laboral, fatiga, cansancio y sudoración excesiva por exposición a calor.

Conjuntamente, se incrementaría el ausentismo, lo cual traería problemas en las operaciones, ya que estas requieren un número específico de trabajadores, y si este no es alcanzado la rotación entre estaciones no se podría llevar a cabo de la manera establecida. Al mismo tiempo, existiría sobrecarga entre algunos operarios a causa de la falta de personal o las máquinas se detendrían.

De igual forma, la producción podría disminuir a causa de los TME y los problemas por exposición a calor, pues la cantidad de producto terminado disminuiría a raíz del nivel de interferencia del malestar o insatisfacción laboral. Otro aspecto relevante sería el costo económico y tiempo (dos meses aproximadamente) requerido para entrenar nuevo personal para suplir el faltante. Al contemplar los aspectos tratados anteriormente queda en evidencia que el problema en estudio debe ser tratado de manera oportuna, ya que las consecuencias derivadas de no intervenir la situación actual de la organización podrían perjudicar la empresa de dispositivos médicos.

## **C. Objetivos**

### 1. Objetivo general

Proponer un programa de control de la exposición a riesgos ergonómicos y a calor para los colaboradores de las líneas de los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.

### 2. Objetivos específicos

- Identificar las condiciones de peligro a nivel ergonómico y de exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.
- Evaluar la exposición a riesgos ergonómicos y a calor en los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.
- Diseñar una propuesta de programa de controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones ergonómicas y de exposición a calor de los colaboradores de los procesos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.

#### **D. Alcance**

El presente proyecto está dirigido a los trabajadores pertenecientes a los procesos productivos de Frame y Cushion, que se encuentran expuestos a riesgos ergonómicos y por exposición a calor. Se pretende efectuar una identificación de peligros y una evaluación de riesgos, que permita diseñar controles ingenieriles y administrativos a través de un programa que reduzca la probabilidad de dolencias musculoesqueléticas, mejore la satisfacción laboral, corrija las variables que afectan a las condiciones ambientales de las líneas de trabajo, y disminuya los padecimientos físicos por exposición a calor.

#### **E. Limitaciones**

Al ser un proceso productivo activo las 24 horas del día, los siete días de la semana con una alta demanda de producto, las modificaciones al puesto de trabajo se deben efectuar de forma gradual pues no se pueden detener las operaciones para intervenir el espacio de trabajo, asimismo, el tiempo para la aplicación de las herramientas contempladas en la operacionalización de variables es reducido, debido a la necesidad de continuidad del proceso.

Asimismo, a causa de condiciones existentes del área, como la existencia de una grúa móvil para retirar los moldes que requieren mantenimiento, las luminarias y el sistema de aire acondicionado, resultó complejo aplicar controles como sistemas de campana de extracción localizada. Por otro lado, cabe destacar que el trabajo final de graduación será confidencial, por lo cual, no se podrá brindar información como el nombre de la empresa, detalles específicos del proceso productivo, ni fotografías de los procesos.

## II. Marco Conceptual

La ergonomía es la disciplina científica que maneja las relaciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema de trabajo (Guillén, 2006). Asimismo, es la profesión que aplica aspectos teóricos, principios, datos y método al diseño con objeto de optimizar el bienestar del ser humano (Rappaccioli et al, 2021). A la vez, según la *Occupational Safety & Health Training* (2022) ergonomía es la manera de diseñar estaciones, prácticas y flujos de trabajo de manera que se adapten a los trabajadores. Además, esta disciplina posee diferentes áreas de aplicación, y dentro de las principales ramas se tiene: la ergonomía física y la ambiental (Secretaría de Salud Laboral y Desarrollo Territorial de Madrid, 2019).

La ergonomía física se encarga de estudiar la organización del trabajo para evidenciar cómo se enlazan los aspectos anatómicos del ser humano, la antropometría, la fisiología y la biomecánica con la actividad del puesto de trabajo (Gomes, 2014). Dentro de los puntos de este enfoque se tiene: el diseño del puesto de trabajo, posturas de trabajo, manipulación manual de cargas y trastornos musculoesqueléticos (TME) entre otros (Secretaría de Salud Laboral y Desarrollo Territorial de Madrid, 2019).

Gómez-Galán et al. (2019), comentan que los TME se pueden definir como problemas del aparato locomotor, que corresponden a alteraciones sufridas por estructuras corporales tales como músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios, huesos y el sistema circulatorio causadas o agravadas principalmente por el entorno donde se desarrolla la persona. A a su vez, estas dolencias conllevan a molestias leves temporales hasta lesiones irreversibles e incapacitantes.

Se debe enfatizar en que la mayor parte de los TME son trastornos acumulativos y son resultado de una exposición repetida, conjuntamente, estas perturbaciones afectan principalmente las regiones de la espalda, cuello, hombros y extremidades superiores, aunque las extremidades inferiores no están descartadas. Además, TME como el síndrome del túnel carpiano presentan sintomatología específica, por lo cual

su diagnóstico es sencillo, sin embargo, otros no son puntuales por lo que su único hallazgo es el dolor o incomodidad (Instituto Canario de Seguridad Laboral, 2016).

Asimismo, Ballester y García (2017), consideran que estas dolencias se pueden ver agravadas por la exposición a ciertos factores de riesgo que pueden estar presentes en el trabajo como fuerza de los movimientos, vibración, temperatura y falta de control sobre el propio trabajo. García-Salirrosas y Sánchez-Poma (2020), mencionan que los TME relacionados con el trabajo están asociados a factores como: posturas y movimientos de trabajo, repetitividad y ritmo de trabajo., Además, Balderas et al. (2019), comenta otros desencadenantes de TME como la manipulación manual de cargas por periodo prolongados, esfuerzo muscular estático e inactividad muscular.

Anudado a lo anterior, dando énfasis en las posturas de trabajo, según el *Canadian Centre for Occupational Health and Safety* (CCOHS) (2019), existen dos ejes de la posición del cuerpo que pueden aportar al desarrollo de una lesión, el primero está relacionado con los rangos de una postura, pues cuando ciertas regiones corporales están en una posición incómoda, se producen estiramientos y compresiones de tendones o nervios, además, cuanto más tiempo se tenga dicha posición es más probable desarrollar TME.

El segundo punto que contribuye a los TME es mantener el cuello y los hombros en una posición fija, se debe resaltar que, para realizar cualquier movimiento controlado con el brazo, los músculos del hombro y cuello permanecen contraídos durante el tiempo que requiera la tarea (CCOHS, 2019). De igual manera, se debe destacar que los riesgos existentes en los puestos de trabajo hacen que los empleados trabajen en ambientes poco confortables y por ende contribuyen en buena manera a los TME (Saraswathi et al., 2021).

Actualmente existen gran variedad de formas de prevenir los TME, según Díaz et al. (2007), se pueden planificar medidas como: combatir los riesgos desde su causa raíz, acoplándose a nuevas tecnologías, sustituyendo la fuente de riesgo, adoptando medidas que antepongan la protección colectiva a la individual, adaptando el trabajo a

la persona, apoyándose en procedimientos sobre buenas prácticas de trabajo y dando instrucciones de trabajo a los colaboradores.

Además, la Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente de Asturias (2014) engloba las medidas de prevención en cuatro bases, esto de acuerdo con el contexto en el que se desean corregir las condiciones que se tengan, estos ejes son: las medidas basadas en cambios en la organización, las dirigidas a la mejora de los métodos de trabajo, las medioambientales y las basadas en el diseño de puestos de trabajo. En referencia con el puesto de trabajo se manejan acciones destinadas a corregir los espacios o lugares de trabajo, los métodos de realización de tareas o las herramientas y maquinaria utilizada aplicando los principios básicos de la ergonomía.

La ergonomía ambiental analiza e investiga los escenarios externos al ser humano que repercuten en el desempeño laboral, dentro de esas condiciones se tiene factores ambientales físicos como el ambiente térmico (Piñeda y Montes, 2014). El ambiente térmico ocupacional responde al microclima de un espacio donde se realiza cualquier actividad de índole laboral, las variables relacionadas a este ambiente son la humedad relativa, velocidad del aire, la temperatura con una influencia marcada o no de la temperatura de radiación (Ávila et al., 2016).

A su vez, las variables anteriormente mencionadas no solo inciden en los parámetros de un lugar de trabajo, estas también se relacionan en como el cuerpo intercambia calor con el medio. *National Institute for Occupational Safety & Health* (NIOSH) (2016) comenta que la tasa de intercambio de calor con el medio ambiente está en función de la temperatura, la humedad del aire, la temperatura de la piel, la velocidad del aire, la evaporación del sudor, la temperatura radiante y el tipo, la cantidad y las características de la ropa, asimismo, los principales modos de intercambio de calor entre el colaborador y el medio ambiente son las convección, la radiación y la evaporación.

Anudado a lo anterior, dando énfasis en los sistemas de intercambio, la tasa de transferencia de calor por convección entre la piel y el aire ambiental está en función



entre el diferencial de la temperatura del aire, la temperatura ponderada de la piel y la velocidad del aire sobre la piel, el intercambio por radiación es principalmente incidido por la gradiente de la temperatura radiante media del entorno y la temperatura superficial media ponderada, además, la capacidad de evaporación máxima depende de la velocidad del aire y la humedad del aire (NIOSH, 2016).

Asimismo, cuando las condiciones ambientales y los intercambios de calor no son los ideales, el confort térmico el cual se puede definir como la condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico, se puede llegar a ver afectado (Marchante y González, 2020), igualmente, Arce-Espinoza y Rojas-Sáurez (2005) comentan que pueden aparecer problemas como disminución en la seguridad del trabajador, baja productividad y aparición de patologías.

Además, cabe destacar que la mayoría de los trabajadores con el paso del tiempo se aclimatan y el impacto de los primeros días de exposición se reduce, sin embargo, a pesar de que el colaborador se aclimate, existe el riesgo de que en cualquier momento aparezcan síntomas asociados al calor o incrementados por el mismo, como es el caso de personas con antecedentes de presión arterial, quienes pueden tener descompensaciones ligadas al proceso inefectivo de termorregulación (Arce-Espinoza y Rojas-Sáurez, 2005).

En la literatura existen diferentes medidas a nivel preventivo para limitar el nivel de exposición a calor, según el Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social de España (2019), algunas de estas pueden ser: limitar las tareas pesadas, proporcionar agua potable, instalar ventiladores o equipos de climatización o en la medida de lo posible permitir que el trabajador vaya a su propio ritmo de trabajo.

En la actualidad existes diferentes metodologías para evaluar si se requieren controles a nivel ergonómico y por exposición a calor como los mencionados anteriormente, respecto a los ergonómicos, se tienen *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) y *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). REBA permite un análisis conjunto de las posturas adoptadas por lo miembros superiores de cuerpo, tronco, cuello y

piernas. Dentro de los objetivos que tiene la herramienta está el desarrollar un sistema de análisis postural para riesgos musculoesqueléticos en una variedad de tareas y dar un nivel de acción a través de la puntuación obtenida en los resultados, RULA estudia posturas individuales y sus factores de riesgo ocupacionales que han sido relacionados con desordenes musculoesqueléticos y su objetivo es detectar posturas de trabajo que requieran atención o modificación (Naranjo et al., 2020).

Respecto a la exposición por calor se tiene el índice TGBH, el cual combina la medida de varios parámetros: temperatura húmeda natural, temperatura de globo y temperatura del aire, además, los resultados de esta combinación permiten valorar el ambiente térmico en sus diferentes grados de agresividad. Para riesgo de estrés térmico se utiliza el índice de sudoración requerida y para ambientes térmicos moderados resulta útil conocer el Porcentaje de trabajadores que presentan discomfort por el ambiente térmico (Índice PMV) (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 1991).

Mediante el Método Fanger se puede estimar el índice PMV, el cual es un procedimiento que contempla las diferentes variables que influyen en la valoración del ambiente térmico en un entorno laboral, los aspectos que considera son: nivel de actividad, características de la ropa, temperatura seca, humedad relativa, temperatura radiante media y la velocidad del aire, ya todas estas variables inciden en la sensación de confort (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 2007).

Asimismo, una forma de poder integrar controles en los problemas evaluados es a través de un programa de salud y seguridad, el cual tiene el objetivo de establecer las acciones de mejora continua y esto se logra con una planificación, organización, dirección y control de las estrategias que se definieron previamente para preservar la salud y seguridad de los trabajadores (Instituto Nacional de Seguros, 2012).

### III. Metodología

#### A. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, explicativa y aplicada, inicialmente se plantea la descriptiva, pues se debe realizar un informe detallado sobre el fenómeno en estudio y sus características, asimismo, mediante la explicativa se establecerán las relaciones, causas y se establecerán las consecuencias de un fenómeno (Hernández et al., 2014). Finalmente, la investigación aplicada tiene como finalidad resolver un determinado problema y se enfoca en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación (Vargas, 2009).

#### B. Fuentes de información

##### 1. Primarias

Documentos oficiales de la empresa.

- Procedimientos de trabajo.
- Especificaciones técnicas de las máquinas de moldeo.
- Listado de quejas ergonómicas.
- Planos de la empresa de dispositivos médicos.

Libros

- *National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH) (2016). Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Heat and Hot Environments.*
- Organización Internacional del Trabajo. (2000). Lista de comprobación ergonómica. *Ergonomics checkpoints*. Soluciones prácticas y de sencilla aplicación para mejorar la seguridad, la salud y las condiciones de trabajo.

Repositorio del Instituto Tecnológico de Costa Rica de trabajos finales de graduación.

- Kikut-Lobo, F., Pereira-González, M. (2021). 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.
- Navarro-Abarca, B., Ulate-Ortega, B. (2021). Propuesta de un programa para el manejo seguro durante las actividades de uso, almacenamiento y disposición final de las sustancias químicas Spectak G, Booster y Divosan Forte empleadas en el área de cocina de una empresa de productos alimenticios.

## 2. Secundarias

### Normativas

- INTE T29:2016. Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo. Aspectos generales.
- INTE/ISO 6385:2016: Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo.
- INTE/ISO 8996:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica.
- INTE/ISO 7243:2016 Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice TGBH (temperatura globo y temperatura de bulbo húmedo).
- 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

### Páginas Web

- Ergonautas

### 3. Terciarias

- Science Direct
- PudMed
- Elsevier
- EBSCOhost
- Google Scholar

#### C. Población y muestra

La población total son 396 colaboradores, de los cuales 221 personas se encuentran entrenadas y autorizadas para trabajar en los procesos productivos de Frame y Cushion. Sin embargo, el aplicar las herramientas propuestas en la operacionalización de variables mediante un muestreo representativo, representa un riesgo de no cumplir con los plazos establecidos para el proyecto, por lo que se ejecutará un muestreo no probabilístico de la siguiente manera:

#### Ergonomía física

Para las herramientas de identificación peligros ergonómicos (*Ergonomic Assessment Checklist* de la OSHA, *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires*), se estudiaron a 30 y 20 personas respectivamente, con estaturas inferiores a 1.70 m y superiores 1.80 m, por sus características, al ejecutar los trabajos, se logra observar que presentan signos de problemas ergonómicos como flexión de cuello, abducción de brazos y flexión de espalda. Además, se debe destacar que el muestreo será aplicado en las tres estaciones de trabajo de ambos procesos para identificar cuales necesitan intervención.

Respecto a las herramientas de evaluación (*Rapid Entire Body Assessment* y *Rapid Upper Limb Assessment*), se aplicarán a 12 personas seleccionadas para el cuestionario de Cornell. Asimismo, es importante destacar que REBA fue seleccionado para las estaciones uno de ambos procesos, ya que este instrumento es recomendado

para puestos de trabajo de pie y RULA fue aplicado a las estaciones dos, ya que es una herramienta que se adapta bien para puestos sentado, por contemplar miembros inferiores de una forma más completa.

### Ergonomía ambiental

Para las herramientas de identificación de peligros por exposición a calor (Encuesta sobre la percepción de calor, Método AIS y estimación de la tasa metabólica), se encuestaron a las mismas 20 personas de Cornell, ahora bien, para las herramientas de evaluación de riesgos por exposición a calor (Método de Fanger), se llevaron a cabo mediciones previas en cada proceso por tres horas cada 15 minutos para conocer si las condiciones de temperatura se comportaban de manera similar en ambos procesos.

De acuerdo con los resultados, ambos procesos al manejar temperaturas de producción similares (295 - 300°F) y poseer el mismo modelo de máquina, se comportaron de manera similar, por lo que se decide escoger a Frame como proceso a muestrear, por su carga metabólica (moderada) a diferencia de Cushion (ligera), lo que la hace más crítica, a su vez, es importante mencionar que la máquina seleccionada es la más céntrica del área.

A continuación, se presenta la población y muestra por herramienta con su respectivo indicador.

Cuadro 2. Población y muestra por herramienta a ejecutar

Tema	Herramienta	Indicador	Muestra
Ergonomía física	<i>Ergonomic Assessment Checklist</i> .de la OSHA	Porcentaje de cumplimiento de las condiciones ergonómicas asociadas a las estaciones de trabajo de los procesos productivos de Frame y Cushion.	30 personas
	<i>Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires</i> dirigido a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion.	Cantidad de regiones del cuerpo con mayor prevalencia de dolencias musculoesqueléticas en los trabajadores de las estaciones de trabajo	20 personas
		Cantidad de personas con un nivel de frecuencia, intensidad e interferencia de dolencias musculoesqueléticas	
	<i>Rapid Entire Body Assessment (REBA)</i>	Nivel de riesgo de las cargas posturales del cuello, espalda y extremidades superiores en la estación de trabajo uno, de los procesos productivos de Frame y Cushion.	12 personas

	Rapid Upper Limb Assessment (RULA)	Nivel de riesgo de las cargas posturales del cuello, espalda y extremidades superiores en la estación de trabajo dos, de los procesos productivos de Frame y Cushion.	
Calor	Encuesta sobre la percepción de calor dirigida a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion.	Nivel de percepción del calor por parte de los trabajadores	20 personas
		Cantidad de trabajadores con incomfort	
		Cantidad y tipo de síntomas por exposición a calor de los trabajadores.	
		Cantidad de agua potable que ingieren los trabajadores en su jornada laboral.	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método AIS mediante el Software Ergonautas basado en la norma UNE-EN ISO 9920:2009.</li> <li>Estimación de la tasa metabólica, basado en la norma UNE-EN ISO 8996:2005.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grado de aislamiento térmico de la ropa (clo).</li> <li>Carga metabólica (W/m<sup>2</sup>) de las actividades de los colaboradores</li> </ul>	12 personas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método de Fanger mediante el software Spring 3.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice PMV</li> </ul>	3 personas



#### D. Operacionalización de variables

En los siguientes cuadros se conceptualizarán las variables del proyecto, así como sus indicadores y herramientas por cada objetivo específico.

Cuadro 3. Operacionalización de las variables de objetivo específico 1

Objetivo específico	Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos / Herramientas
Identificar las condiciones de peligros a nivel ergonómico y por exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.	Condiciones de trabajo generales	Condiciones laborales, tareas, puesto de trabajo, ropa y EPP que pueden llegar a afectar la salud y seguridad de los colaboradores.	Cantidad y caracterización de fuentes de calor de las máquinas. Duración de las tareas, Cantidad de descanso entre tareas, descripción del trabajo, condiciones generales del local de trabajo, capacitaciones, rotación, pausas activas y seguimiento médico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuesta higiénica sobre las condiciones de trabajo por exposición a calor dirigida a la encargada de salud ocupacional.</li> </ul>
	Condiciones de peligro a nivel ergonómico		Porcentaje de cumplimiento de las condiciones ergonómicas asociadas a las estaciones de trabajo de los procesos productivos de Frame y Cushion.	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Ergonomic Assessment Checklist</i> de la OSHA</li> </ul>
			Cantidad de regiones del cuerpo con dolencias musculoesqueléticas en los trabajadores de las estaciones de trabajo uno y dos.	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires</i> dirigido a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion</li> </ul>
			Cantidad de personas con un nivel de frecuencia, intensidad e interferencia de dolencias musculoesqueléticas	

	Condiciones de riesgo por exposición a calor		Nivel de percepción de calor por parte de los trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuesta de percepción de calor dirigida a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion</li> </ul>
			Cantidad de trabajadores con inconfort	
			Cantidad y tipo de síntomas por exposición a calor de los trabajadores.	
			Cantidad de agua potable que ingieren los trabajadores en su jornada laboral.	
			Grado de aislamiento térmico de la ropa (clo) de los colaboradores en los procesos productivos de Frame y Cushion.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método AIS mediante el Software Ergonautas basado en la norma UNE-EN ISO 9920:2009.</li> <li>Cuadros de análisis de resultados</li> </ul>
			Tasa metabólica (W/m <sup>2</sup> ) de las actividades de los colaboradores en los procesos productivos de Frame y Cushion.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estimación de la tasa metabólica, basado en la norma UNE-EN ISO 8996:2005.</li> <li>Cuadros de análisis de resultados</li> </ul>

Cuadro 4. Operacionalización de las variables de objetivo específico 2

Objetivo específico	Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos / Herramientas
<p>Evaluar la exposición a riesgos ergonómicos y por exposición a calor asociado a las condiciones de riesgo identificadas en los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.</p>	<p>Exposición ocupacional a riesgos ergonómicos</p>	<p>Nivel de riesgo ergonómico asociado a las deficiencias encontradas en las tareas realizadas por los trabajadores, que tienen potencial de causar lesiones musculoesqueléticas.</p>	<p>Nivel de riesgo de las cargas posturales del cuello, espalda y extremidades superiores en la estación de trabajo uno, de los procesos productivos de Frame y Cushion.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA)</li> <li>• Medición de ángulos por fotografías (RULER)</li> <li>• Bitácora de resultados REBA</li> </ul>
			<p>Nivel de riesgo de la carga postural del cuello, espalda y extremidades superiores en la estación de trabajo dos de los procesos productivos de Frame y Cushion.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapid Upper Limb Assessment (RULA)</li> <li>• Medición de ángulos por fotografías (RULER)</li> <li>• Bitácora de resultados RULA</li> </ul>

	Exposición ocupacional por calor	Nivel de calor al que se encuentran expuestos los colaboradores en sus puestos de trabajo a causa del intercambio térmico, resultado de las condiciones ambientales (calor radiante, temperatura, humedad, velocidad de aire entre otros factores), las tareas que se ejecutan y vestimenta, que aumentan el calor corporal de los colaboradores.	Datos sobre temperatura seca (°C), temperatura de bulbo húmedo (°C), temperatura de globo (°C), humedad relativa (%) y velocidad del aire (m/s).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acta de muestreo para mediciones de calor tomadas en las estaciones de trabajo de los procesos productivos de Frame y Cushion.</li> </ul>
			Índice de estrés térmico (TGBH)	<ul style="list-style-type: none"> <li>INTE/ISO 7243:2016 Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice TGBH (temperatura globo y temperatura de bulbo húmedo).</li> <li>Cuadro de análisis de información de índice TGBH</li> </ul>
			Porcentaje de trabajadores que presentan disconfort por el ambiente térmico (IVM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de valoración medio de Fanger (IVM) mediante el software Spring 3</li> <li>Cuadro de análisis de la información del Método Fanger.</li> </ul>

Cuadro 5. Operacionalización de las variables de objetivo específico 3

Objetivo específico	Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos / Herramientas
<p>Proponer un programa de controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones ergonómicas y de exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion.</p>	<p>Controles administrativos</p>	<p>Estrategias, métodos y medidas organizacionales aplicadas para reducir la exposición a riesgos ergonómicos y por exposición a calor.</p>	<p>Cantidad de elementos del programa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INTE T29:2016. Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo. Aspectos generales.</li> </ul>
			<p>Cantidad de controles administrativos para reducir la exposición a riesgos ergonómicos y por exposición a calor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Elements of ergonomics programs</i> de NIOSH</li> <li>• <i>Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments</i> de NIOSH</li> </ul>
			<p>Cantidad de responsables en el programa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matriz de asignación de responsabilidades (RACI)</li> </ul>
			<p>Cantidad de mecanismos de seguimiento y control del programa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matriz de seguimiento y control del programa.</li> </ul>
			<p>Cantidad de acciones dentro del desarrollo del programa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Gantt</li> </ul>

			Costo de la implementación de los controles administrativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matriz de costos de los controles administrativos.</li> </ul>
Controles ingenieriles	Estrategias y medidas aplicadas mediante conocimiento técnico y tecnológico para el diseño o rediseño de los diseños de puestos de trabajo o equipos para reducir la exposición a riesgos ergonómicos y por exposición a calor.	Cantidad de controles ingenieriles para reducir el nivel de exposición a riesgos ergonómicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista de comprobación ergonómica de la OIT sección de ergonomia.</li> <li>Salud y seguridad en el trabajo. Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo. INTE/ISO 6385:2016</li> </ul>	
		Cantidad de controles ingenieriles para reducir el nivel de exposición por calor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista de comprobación ergonómica de la OIT sección de calor. <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments</i> de NIOSH</li> </ul> </li> </ul>	
		Costos de la implementación de las propuestas de solución ingenieril	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matriz de costos de las propuestas de control ingenieril</li> </ul>	

## E. Descripción de instrumentos de investigación

- a. Objetivo 1. Identificar las condiciones de riesgo a nivel ergonómico y por exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.

### **Encuesta higiénica**

Una encuesta higiénica permite analizar los diferentes factores que intervienen en un problema, lo cual permite la aplicación de medidas técnicas o medidas de control y la reducción de las situaciones de riesgo presentes en un entorno de trabajo. Dentro de la información que se puede recopilar mediante este tipo de encuestas se tiene: contaminantes físicos como condiciones térmicas, tiempo de exposición laboral, productos manipulados en el puesto de trabajo, tiempo de permanencia en el puesto de trabajo y datos referentes al proceso productivo y tipo de trabajo (Cantos, 2013). La encuesta higiénica (ver apéndice 8), recopiló información sobre la cantidad y caracterización de fuentes de calor de las máquinas de moldeo, descripción del trabajo, condiciones generales del local de trabajo, capacitaciones, rotación laboral, pausas activas y seguimiento médico. Esta herramienta se validó mediante la aprobación recursos humanos y el departamento de salud y seguridad.

### ***Ergonomic Assessment Checklist OSHA***

La lista de comprobación ergonómica de la *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)* es una lista de verificación con 18 puntos que buscan identificar en un puesto de trabajo las principales fuentes de riesgo, las cuales abarcan aspectos como diagnósticos de enfermedades previas, diseño de herramientas, posturas del cuerpo como cuello, espalda, codos, entre otros y una vez se han identificado estas fuentes se da un determinado nivel de riesgo (bajo, medio o alto). Esta lista de comprobación logró hallar las condiciones de riesgo asociadas al diseño de puesto de trabajo que puedan perjudicar la salud de los trabajadores para así determinar su nivel de riesgo (ver apéndice 9).

### ***Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires***

El cuestionario indaga tres aspectos basados en la zona de la dolencia: frecuencia, nivel de incomodidad y nivel de interferencia con la tarea a realizar, dentro de las principales partes del cuerpo que estudia son el cuello, hombros, espalda, extremidades superiores y extremidades inferiores. Dicha encuesta determinó las principales dolencias entre los colaboradores de los dos procesos productivos, asimismo, estimó que tan frecuente son esas dolencias y el nivel de interferencia con sus labores, para así poder determinar las principales dolencias musculoesqueléticas de los operarios (ver anexo 1).

### **Encuesta de percepción de calor**

Corresponde a una encuesta que permite identificar el nivel de inconfort térmico de los trabajadores respecto a las condiciones presentes a lo largo de jornada laboral, así como el nivel de percepción de calor en los puestos de trabajo, entre otros aspectos. La encuesta de percepción e inconfort en el presente proyecto permitió obtener detalles sobre la percepción de calor de los colaboradores, el porcentaje de colaboradores inconformes por la cantidad de aire fresco en los puestos de trabajo, agua potable consumida en la jornada laboral, vestimenta, equipo de protección personal y los síntomas físicos o psicológicos derivados de la exposición por calor (ver apéndice 10). Se debe destacar que esta herramienta se validó mediante la aprobación recursos humanos y el departamento de salud y seguridad.

### **Método AIS – Estimación del aislamiento térmico de la ropa**

El método AIS es una herramienta que permite estimar el grado de aislamiento térmico, a partir de ciertas combinaciones de ropa o mediante la selección personalizada de prendas que más se ajustan a la manera de vestir de un trabajador, cabe destacar que esta herramienta se emplea mediante el *software* Ergonautas, el cual está basado en la norma UNE-EN ISO 9920:2009 (Diego-Mas, 2015).



Este instrumento permitió mediante la opción “selección personalizada de prendas”, determinar el clo asociado a la vestimenta utilizada por los operarios muestreados de los procesos productivos de Frame y Cushion, ya que tiene un rango más amplio de escogencia de vestimenta, asimismo, la información recolectada se colocó en un cuadro de resultado (ver apéndice 11) para el respectivo análisis.

### **Estimación de la tasa metabólica basado en la UNE-EN ISO 8996:2005**

Con la UNE-EN ISO 8996:2005, se puede calcular la tasa metabólica aplicando métodos de estimación del metabolismo energético, los cuales pueden calcular la tasa metabólica en función de la profesión tipo de actividad, componentes de la actividad o la frecuencia cardiaca. La tasa metabólica mide el gasto energético muscular que experimenta un trabajador cuando está desarrollando sus labores, asimismo, se debe recalcar que la mayor parte de esa tasa metabólica es transformada en calor (Diego-Mas, 2015).

Mediante UNE-EN ISO 8996:2005 se conoció la tasa metabólica asociada a los operarios de los procesos productivos en investigación mediante el método de observación empleando las tablas B.1 y B.2, ya que este método aporta solo un 20% de error y clasifica el trabajo según la parte del cuerpo involucrada y si la persona está de pie o sentado, conjuntamente, los datos fueron colocados en el cuadro de resultados (ver apéndice 11) para su estudio.

- b. Objetivo 2. Evaluar la exposición a riesgos ergonómicos y por exposición a calor asociado a las condiciones de riesgo identificadas en los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.

### ***Rapid Entire Body Assessment (REBA)***

REBA es una metodología ampliamente conocida para evaluar postura, la cual está fundamentada en la herramienta Rapid Upper Limb Assessment (RULA), sin embargo, su gran diferencia radica en la evaluación de las extremidades inferiores. El

instrumento evalúa posturas individuales y no conjuntos o secuencias de posturas, y dentro de las partes del cuerpo a evaluar se tienen los miembros superiores del cuerpo como brazo, antebrazo y muñeca, asimismo el tronco, cuello y piernas (Naranjo et al., 2020).

Mediante el *software* de Ergonautas la herramienta valoró el nivel de riesgo asociado a las posturas de cuello, tronco y extremidades superiores ejercidas por los operarios en la estación de trabajo uno de ambos procesos productivos, así como el nivel de actuación (ver figura 3) de las acciones correctivas.

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

Figura 3. Nivel de actuación del método REBA

### **Bitácora de resultados del método REBA**

Asimismo, la información recopilada se colocó en una bitácora de resultados del método REBA (ver apéndice 12) que sintetizó la información recolectada, para observar las diferentes puntuaciones por región del cuerpo y el nivel de acción.

### ***Rapid Upper Limb Assessment (RULA)***

El método RULA fue desarrollado en 1993 por McAtamney y Corlett de la Universidad de Nottingham, el objetivo del método es evaluar la exposición de los colaboradores a factores de riesgo que originan una elevada carga postural y que pueden causar trastornos en los miembros superiores. Es importante mencionar que RULA valora posturas individuales y no conjuntos, por lo que es necesario escoger

aquellas posiciones del cuerpo que se consideren de carácter prioritario para así realizar su evaluación, dentro los rubros más importantes para hacer esta segregación se tienen el tiempo de la tarea, su frecuencia, y que tan desvaído está el cuerpo de su posición natural, asimismo, se debe recalcar que las mediciones se realizan sobre las posturas tomadas por el trabajador (Diego-Mas, 2015).

El método permitió determinar el nivel de riesgo asociado a las posturas de cuello, tronco y extremidades superiores ejercidas por los operarios en la estación de trabajo dos de ambos procesos productivos, así como el nivel de actuación de las acciones correctivas (ver figura 4).

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

*Figura 4. Nivel de actuación del método RULA*

### **Bitácora de resultados del método RULA**

Cabe destacar que los datos tomados se colocaron en una bitácora de resultados (ver apéndice 13) que resumió el nivel de puntuación obtenido en cada región del cuerpo, la puntuación final y el nivel de acción que se debe tomar.

### **RULER - Medición de ángulos en fotografías**

La aplicación de muchos métodos de evaluación demanda la medida de ángulos sobre los colaboradores, RULER permite el empleo de fotografías mediante un *software* que determina los ángulos tomados por los trabajadores en sus puestos de trabajo, las imágenes requieren diferentes puntos de vista y se debe cerciorar que la

magnitud se asemeje a la real, es decir, que el plano de la fotografía sea paralelo al plano de trabajo (Diego-Mas, 2015). El empleo de este instrumento fue soporte para el empleo del método REBA y RULA, ya que a través del uso de esta herramienta se obtuvo los ángulos ejercidos por los operarios en sus puestos de trabajo.

### **Acta de muestreo para mediciones de calor**

El acta de muestreo es un cuadro que facilita la lectura y análisis de la información recolectada mediante un muestreo de las condiciones de trabajo a lo largo de ocho horas, a la vez, gracias a su formato permite llevar un mejor seguimiento sobre quien ejecutó las mediciones, con qué equipo, dónde y cuándo exactamente. El acta de muestreo ordenó la información de la temperatura seca (°C), temperatura de bulbo húmedo (°C), temperatura de globo (°C), humedad relativa (%) y velocidad del aire (m/s) de las estaciones de trabajo de los procesos productivos para su estudio (ver apéndice 14).

### **INTE/ISO 7243:2016 Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice TGBH (temperatura globo y temperatura de bulbo húmedo).**

Es una norma que evalúa el estrés al calor empleando el índice TGBH, por lo cual, determina mediante los valores obtenidos el grado de exposición ocupacional por calor y comprueba si existe una situación de estrés térmico o discomfort térmico, asimismo, define las estrategias de muestreo de acuerdo con las características de la fuente.

En el proyecto, la INTE/ISO 7243:2016 orientó la estrategia de muestreo a ejecutar, la cual se basó en utilizar tres equipos QUESTEMP<sup>®</sup>36 colocados en cada estación de trabajo, a una altura de 1,10 m y un termo-anemómetro (CFM/CMM 407119) con recolección de muestras fue cada 15 minutos luego del periodo de estabilización de los equipos (15 minutos), y con estos datos se calculó el índice TGBH, el cual permitió en el proyecto conocer el grado de exposición de los operarios y la metodología a utilizar para evaluar las condiciones ambientales.

### **Cuadro de análisis de información del índice TGBH**

Este cuadro de análisis (ver apéndice 15) es un instrumento que compara los valores de TGBH obtenidos en el muestreo contra los valores de referencia TGBH, dentro de las variables que se consideraran de acuerdo con la norma son el consumo metabólico y si la persona está aclimatada, mediante este cuadro se comparó contra los valores de referencia si las personas estaban expuestas a estrés térmico.

### **Índice de valoración medio de Fanger (IVM)**

Es un procedimiento que contempla las diferentes variables que influyen en la valoración del ambiente térmico de un puesto de trabajo. Las variables consideradas son: nivel de actividad, las características de la vestimenta, la temperatura seca, temperatura radiante media, humedad relativa y la velocidad del aire, ya que estas inciden en los intercambios térmicos entre el trabajador y su entorno, afectando la sensación de confort (Diego-Mas, 2015).

Con el *software* Spring3 se estimó los índices de Voto medio estimado (PMV – *predicted mean vote*) y Porcentaje de personas insatisfechas (PPD – *predicted percentage dissatisfied*). El PMV reflejó el valor medio de los votos emitidos por un grupo grande de trabajadores respecto a las condiciones ambientales en una escala de 7 niveles: frío, fresco, ligeramente fresco, neutro, ligeramente caluroso, caluroso, muy caluroso. Además, el PPD indicó cual era el porcentaje de personas que se sentirían incófortables en sus puestos de trabajo.

### **Cuadro de análisis de índice PMV y PPD.**

Es una herramienta que recolectó la información del índice PMV y la agrupó de acuerdo con el puesto donde fueron tomadas las variables en investigación. Dicho cuadro (ver apéndice 16) presentó los resultados en el proyecto de una forma sintetizada y clara para su análisis, asimismo, ayudó a identificar las estaciones de trabajo con mayores problemas por exposición a calor para las respectivas propuestas de control.

- c. Objetivo 3. Diseñar un programa de controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones ergonómicas y de exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion.

**INTE T29:2016. Guía para la elaboración del programa de salud y seguridad en el trabajo. Aspectos generales.**

La INTE T29:2016 es una norma de tipo orientadora y brinda los requisitos mínimos para elaborar programas efectivos en salud y seguridad, la misma aplica para todo tipo de organización. Esta INTE permitió al proyecto tener una guía sobre los ítems mínimos necesarios para el éxito del programa que se pretende dar a la empresa de dispositivos médicos.

***Elements of ergonomics programs* de NIOSH**

Corresponde a una guía que describe los elementos básicos de un programa de ergonomía enfocado en prevenir los desórdenes musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, además, posee un ‘*Toolbox*’, el cual, tiene una colección de técnicas, métodos y materiales de referencia que pueden ayudar al desarrollo del programa. Esta guía se utilizó como material orientador en la formulación de la sección de ergonomía del programa de control de riesgos ergonómicos y por exposición a calor de los procesos productivos de Frame y Cushion.

***Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments* de NIOSH**

Es un documento que contiene información teórica y técnica sobre la exposición ocupacional a calor y ambientes calurosos, que va desde los límites de exposición ocupacional, hasta las diferentes maneras de controlar ambientes calurosos en los puestos de trabajo (NIOSH, 2016). Esta herramienta brindó información sobre los diferentes controles ingenieriles y administrativos que se pueden desarrollar para reducir el riesgo por exposición a calor.

**Matriz de Asignación de Responsabilidades (RACI)**

Longarini (2011), comenta que la matriz RACI, se utiliza para definir las relaciones entre las actividades establecidas y las personas miembros del equipo de proyecto, su objetivo es asegurar que cada actividad que se deba realizar tenga una persona responsable inequívoca, asimismo, busca que cada miembro conozca claramente sus roles y responsabilidades. Se debe recalcar que cada letra de RACI por sus siglas en inglés significa:

- R (*Responsible*): Persona responsable para que se logre la tarea.
- A (*Accountable*): Persona responsable de aprobar la tarea realizada.
- C (*Consulted*): Persona consultada, se le solicita opiniones e indica quien es el responsable de cada actividad.
- I (*Informed*): Persona que se mantiene al día sobre los progresos de una tarea.

A través de la matriz se pudo establecer las responsabilidades y las personas responsables para poder ejecutar de manera exitosa y ordenada los controles establecidos en el presente proyecto.

### **Matriz de seguimiento y control del programa.**

Es una herramienta que determina las acciones que se deben llevar a cabo para comprobar que las diferentes actividades, responsabilidades y tareas de un proyecto se están ejecutando de manera correcta. Esta matriz brindó un mayor control de lo establecido en el programa, asimismo, al identificar problemas, puede formular acciones correctivas que permitan la continuidad del proyecto.

### **Diagrama de Gantt**

Es una herramienta que se utiliza en la gestión de proyectos de todo tipo para planificar y programar tareas a lo largo de un periodo de tiempo, cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes actividades en un plazo establecido (Handl, 2014). El diagrama de Gantt se aplicó para dar un mayor control de los plazos determinados para finalizar el proyecto.

## **Matriz de costos**

Una matriz de costos es un cuadro que permite sintetizar la información de los diseños propuestos en términos de costos de ejecución para así compararlos entre sí y evaluar la mejor opción. Esta herramienta comparó el costo asociado a cada uno de los controles ingenieriles propuestos en el proyecto.

## **Lista de comprobación ergonómica de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) secciones de ergonomía y calor.**

La lista de comprobación de la OIT determina mediante los puntos de comprobación ergonómica los estándares deseados en los puestos de trabajo, asimismo, brinda soluciones prácticas, económicas y de sencilla aplicación para mejorar la seguridad, la salud y las condiciones de trabajo, así como la productividad de los trabajadores (OIT, 2000). Para el proyecto se consideraron como guía los apartados de ergonomía y calor para diseñar mediante los criterios técnicos correctos los nuevos puestos de trabajo. (ver apéndice 17).

## **INTE/ISO 6385:2016. Salud y seguridad en el trabajo. Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo.**

La INTE/ISO 6385:2016, “Salud y seguridad en el trabajo. Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo” establece los principios ergonómicos básicos que dirigen el diseño de los sistemas de trabajo y determina los puntos fundamentales que resultan necesarios en los diseños. Esta norma tiene un enfoque general de diseño, en el que se abarca desde la cooperación de profesionales en ergonomía hasta otras personas participes en la actividad a realizar, contemplando los requisitos humanos, sociales y técnicos a lo largo de todo el proceso de diseño. Dicha INTE/ISO estableció criterios de diseño básicos de los nuevos puestos de trabajo contemplando las características de los trabajadores.



## F. Plan de análisis

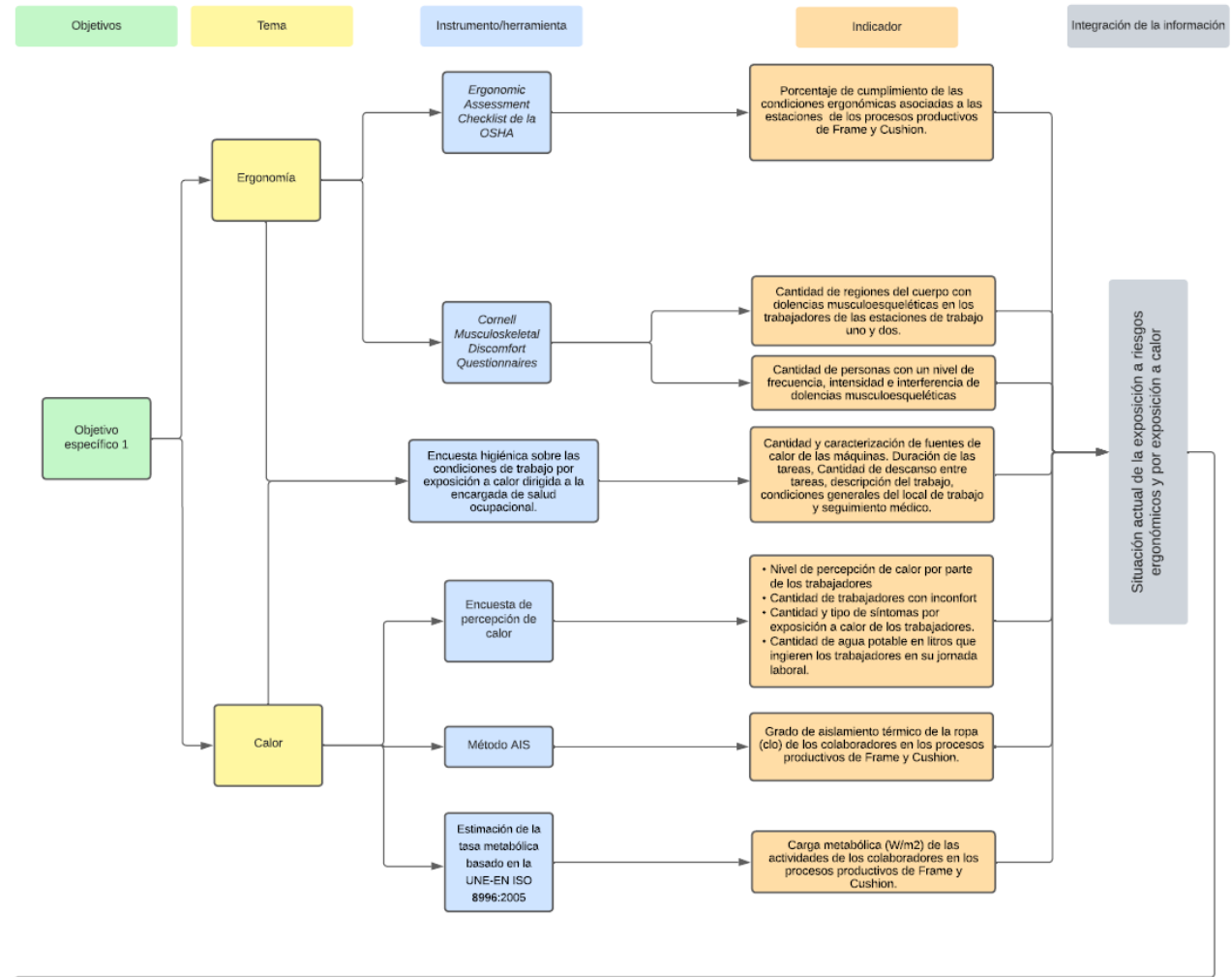


Figura 5. Plan de análisis parte uno

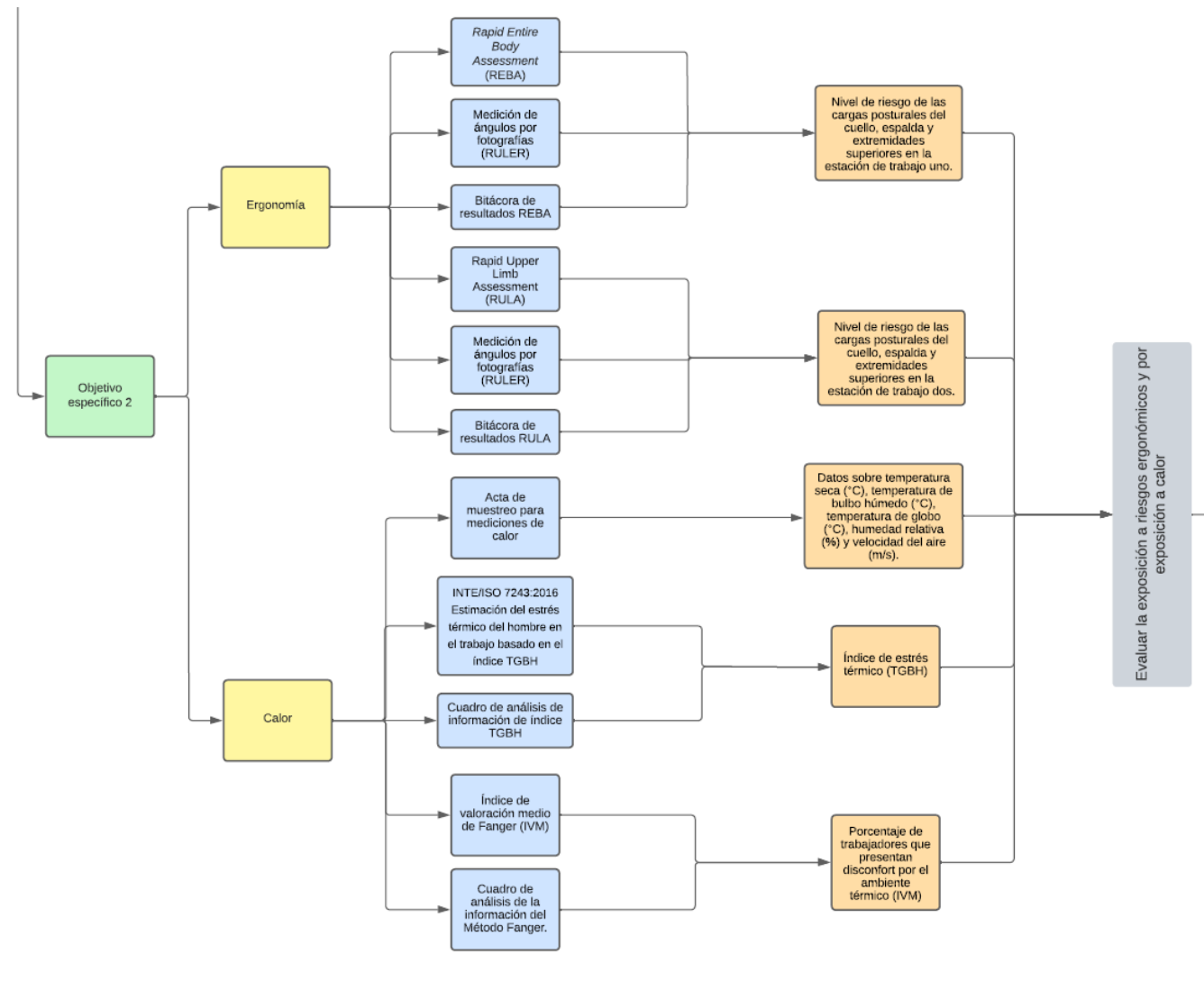


Figura 6. Plan de análisis parte dos

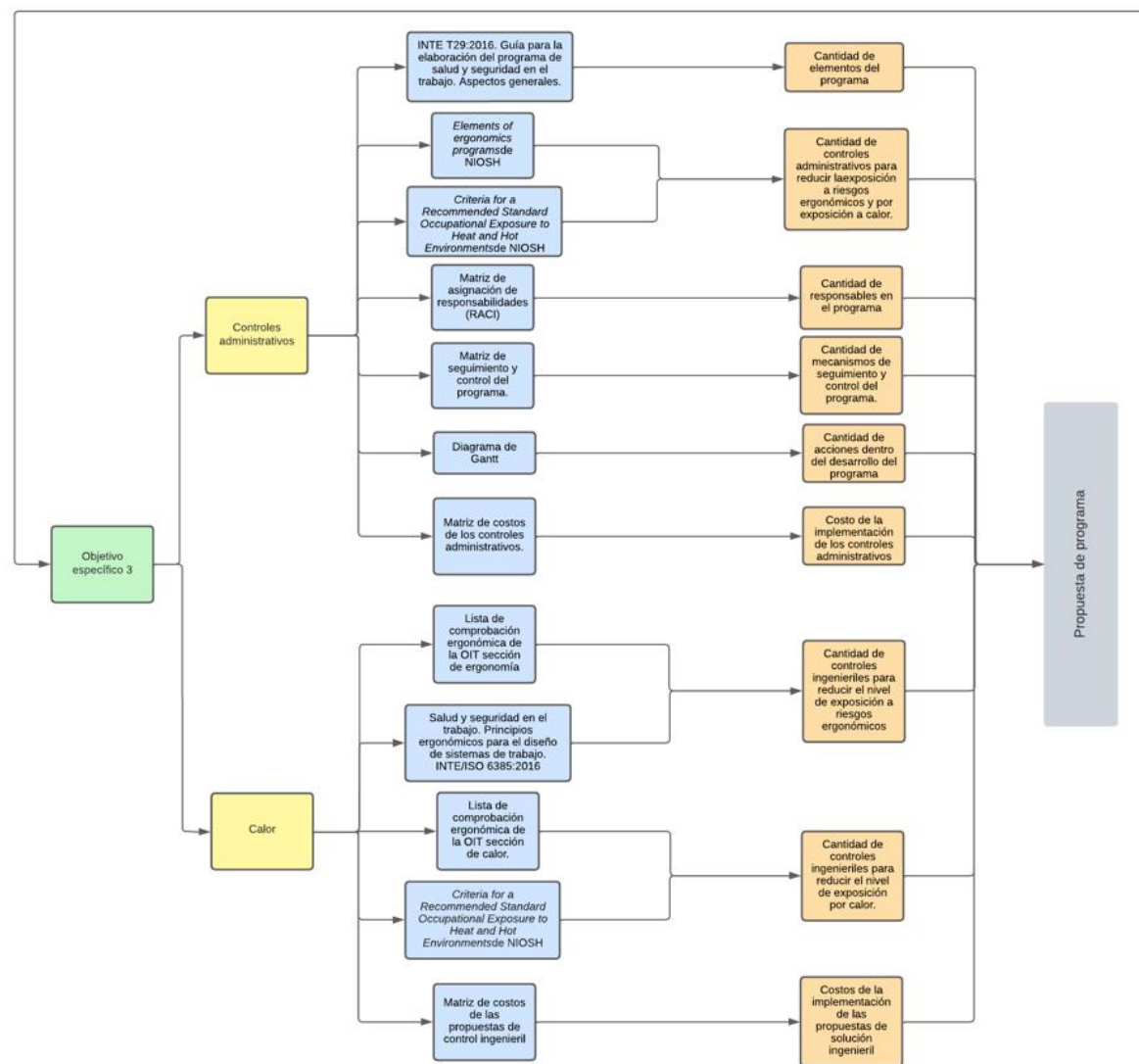


Figura 7. Plan de análisis parte tres

Mediante el plan de análisis se logra observar las tres etapas del proyecto, las cuales son: identificación de los riesgos ergonómicos y por exposición a calor, evaluación de la exposición y el diseño de un programa. Además, se muestra la relación entre cada uno de los objetivos específicos del proyecto.

Asimismo, se puede ver la correlación entre las herramientas e instrumentos, para llegar al producto final que es el programa de control de riesgos ergonómicos y por exposición a calor para los colaboradores de las líneas de los procesos productivos de Frame y Cushion, de la empresa de dispositivos médicos. A continuación, se detalla la manera en que se relacionarán los diferentes objetivos y herramientas.

Etapa 1. Identificación de los riesgos ergonómicos y por exposición a calor.

- a. Objetivo 1. Identificar las condiciones de riesgo a nivel ergonómico y por exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.

Inicialmente, con el fin de identificar las condiciones generales, se aplicó una encuesta higiénica a ingeniería de soporte y producción, que permitió determinar mediante una serie de preguntas las condiciones de trabajo, el proceso, capacitaciones, sistemas de rotación, pausas activas y vigilancia médica, lo cual permitió un análisis preliminar de los procesos productivos a nivel ergonómico y por exposición a calor.

Para la identificación de peligros ergonómicos, mediante la lista de verificación ergonómica de la OSHA se procedió a determinar los principales aspectos que se incumplen en los puestos de trabajo y el nivel de riesgo por estación de trabajo, para así examinar cual herramienta se ajusta de manera más efectiva para evaluar el riesgo.

Respecto al cuestionario de disconfort musculoesquelético de la Universidad de Cornell, este se decidió aplicar con el objetivo obtener información sobre las zonas corporales afectadas en los trabajadores, las cuales puede que se relacionen con las

deficiencias a nivel de diseño halladas con la lista de verificación de la OSHA, además, los datos se valoraron de manera porcentual para identificar las regiones del cuerpo más afectadas con mayor facilidad y así orientar hacia donde pueden ir aplicadas las mejoras ergonómicas.

Finalmente, los datos obtenidos se resumieron a través de una matriz que permitió identificar las estaciones de trabajo con riesgo alto, moderado y bajo, así como las principales dolencias que sufren los colaboradores, y con base a los peligros identificados y el nivel de riesgo obtenido, se procedió a establecer cuales estaciones de trabajo se iban evaluar con las herramientas ergonómicas.

Por otra parte, para identificar las condiciones de riesgo por exposición a calor dentro de los procesos productivos de Frame y Cushion, con el objetivo de conocer más sobre las condiciones de trabajo de los procesos, se procedió a ejecutar una encuesta dirigida a los colaboradores, donde los datos recopilados se estudiaron mediante porcentajes de percepción de calor, inconfort, síntomas por exposición a calor y la cantidad de agua potable que ingieren en su jornada laboral para así caracterizar las condiciones de trabajo y conocer donde se deben realizar mediciones.

Posteriormente, a través del método AIS mediante cuadros de síntesis y análisis de valores se estudiaron los valores individuales y el promedio del grado de aislamiento térmico de la ropa (clo) de los colaboradores muestreados para conocer la facilidad con la que la ropa permite la evaporación del sudor de los trabajadores. Seguidamente, con la UNE-EN-ISO 8996:2005, se determinó la tasa metabólica de ambos procesos la cual fue colocada en un cuadro, para así calcular el nivel de carga de trabajo por estación de trabajo. Cabe destacar que tanto el método AIS como la UNE-EN-ISO 8996:2005, fueron necesarios para el cálculo del método Fanger.

- b. Objetivo 2. Evaluar la exposición a riesgos ergonómicos y por exposición a calor asociado a las condiciones de riesgo identificadas en los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.

Para la evaluación de la situación actual de los procesos a nivel ergonómico, se aplicaron los métodos REBA y RULA, así como la herramienta RULER para analizar el nivel de riesgo y actuación asociado a las posturas corporales que deben tomar los colaboradores en las estaciones de trabajo uno y dos respectivamente. Los datos más relevantes se colocaron en bitácoras y cuadros que resumieron la información recolectada y facilitó el análisis e interpretación, lo cual brindó las recomendaciones necesarias para la mejora en el nivel de riesgo.

Respecto a la exposición por calor, con base a las recomendaciones de la INTE/ISO 7243:2016 se ejecutó un muestreo con los equipos QUESTemp° 36 y CFM/CMM, para obtener datos sobre la temperatura seca (°C), temperatura de bulbo húmedo (°C), temperatura de globo (°C), humedad relativa (%) y velocidad del viento (m/s), los cuales fueron colocados en un acta de muestreo. Para su respectivo estudio se separaron los valores por día y hora para conocer las horas críticas y el índice TGBH para interiores (ver ecuación 1) y esta información fue colocada en cuadros y gráficos con los datos más relevantes por día, permitiendo identificar la influencia de cada variable.

Ecuación 1. Cálculo del TGBH para interiores

$$TGBH = 0,7 \text{ } t_{nw} + 0,3 \text{ } t_g$$

Donde (***tnw***) es Temperatura húmeda natural y (***tg***) Temperatura de globo

Seguidamente, con el Índice de valoración medio de Fanger (IVM) calculado con el *software* Spring3 se obtuvieron los índices de Voto medio estimado (IVM) y Porcentaje de personas insatisfechas (PPD), estos índices estimaron la clasificación del ambiente térmico y el porcentaje de personas insatisfechas, asimismo, los datos más relevantes se analizaron colocándolos en cuadros segregándolos por día para establecer conclusiones.

- c. Objetivo 3. Diseñar un programa de controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones ergonómicas y de exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion.

Luego de la identificación y evaluación de las deficiencias encontradas a través de la información recolectada, se diseñó una propuesta de programa con controles administrativos e ingenieriles con base a la INTE T29:2016, la cual brindó una guía con los requisitos mínimos para la elaboración del programa.

Asimismo, mediante los documentos *Elements of ergonomics programs* y *Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments* ambos de NIOSH se tuvo una orientación sobre los posibles controles administrativos a ejecutar en busca de la mejora de las condiciones de trabajo existentes, además, con las lista de comprobación ergonómica de la OIT y la herramienta mencionada para los controles administrativos, *Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments*, se lograron ejecutar propuestas de solución ingenieril.

Por medio de matriz de seguimiento y control, diagrama de Gantt y matriz de costos de las propuestas de control ingenieril se obtuvo un mayor orden y trazabilidad sobre las acciones que fueron derivadas de la formulación del programa, así como los diferentes criterios de escogencia de la mejor alternativa de diseño.

#### **IV. Análisis de la situación actual**

##### **A. Identificación de las condiciones generales de riesgos ergonómicos y por exposición a calor.**

###### **1. Encuesta higiénica**

###### Caracterización de las fuentes de calor

De acuerdo con la información recopilada, en cada máquina de moldeo existen dos fuentes de calor, dado que la mesa rotatoria se compone de dos moldes iguales esto por cada proceso productivo, donde la temperatura máxima es de 300°F, con pequeñas variaciones entre los 295 a 300°F. Ahora bien, en relación con las distancias de las estaciones de trabajo respecto a las fuentes, cuando el molde se localiza en la parte externa de la máquina para que el trabajador tome o coloque el inserto o las placas, los colaboradores se encuentran a 80cm, 210cm y 150cm, respectivamente para las estaciones uno, dos y tres, por lo que se puede observar que la estación uno se encuentra bastante cerca del molde, por otra parte, la distancia entre cada máquina es de aproximadamente 150 cm.

###### Condiciones de trabajo

El personal para poder ejecutar sus tareas debe utilizar zapatos de seguridad, unas mangas aislantes de calor y dos guantes (unos aislantes de calor y otros anticorte) como equipo de protección personal, anudado a esto, se utiliza una bata dado que es requisito para la calidad del producto.

###### Duración de cada tarea

Las tareas no varían con respecto al tiempo, esto quiere decir que en cada estación se ejecutan los mismos pasos de manera cíclica de forma continua hasta completar una hora de trabajo y rotar a la siguiente estación en la misma máquina. En la estación uno de Frame se cuenta con un tiempo de 120 segundos para desensamblar el inserto, sacar el producto, ensamblar el inserto y colocarlo en el molde, ya que si este periodo



se sobrepasa la máquina genera un aviso, indicando que el tiempo de producción de la pieza se ha excedido, por lo que se debe ejecutar la tarea de manera rápida con una fuerza moderada.

Para la siguiente estación, no se tiene un lapso específico para realizar la inspección y corte de material excedente, pero esto lo deben hacer de manera continua hasta terminar su tiempo en el puesto para evitar cuellos de botella, lo mismo sucede en la estación tres, pues el colaborador no tiene un periodo en específico para colocar el producto en la impresora, sin embargo, debe ejecutarlo continuamente.

Ahora bien, en Cushion se tienen 110 segundos para completar la operación en la primera estación, dado que si no es completado antes de ese ciclo la máquina se alarmará, sin embargo el trabajo es más ligero, ya que no se ocupa el esfuerzo físico que se requiere en Frame, pues solo se debe colocar una placa en el molde y luego se retira el producto para inspeccionarlo, en el caso de las estaciones dos y tres, los tiempos no son definidos, pero se debe trabajar de forma continua hasta terminar su tiempo en el puesto para evitar acumulación de producto.

Para el caso de los periodos de descanso se tienen 15 min de desayuno, 30 min de almuerzo y 15 min de café, sumando a eso se les brinda 5 min para ir al baño, por lo que se puede observar que los colaboradores tienen una hora de descanso en total para las 12 horas de trabajo al día.

#### Condiciones generales del local de trabajo

Las dimensiones del local de trabajo en estudio se pueden observar en el cuadro 6.

Cuadro 6. Dimensiones del local de trabajo

Sección del local	Dimensión
Alto	7,50 m
Largo	48,09 m
Ancho	45,62 m

El local de trabajo cuenta con un sistema de aire acondicionado que regula las condiciones ambientales del lugar, donde sus salidas de aire frío se encuentran a una altura de 6,50 m. Respecto a las aberturas, se tienen seis puertas, sin embargo, solamente dos permanecen abiertas y estas conectan a otra sección de la unidad de negocio y no se cuenta con ventanas.

### Capacitaciones, rotación laboral, pausas activas y vigilancia médica

Respecto a capacitaciones, no se cuenta con entrenamientos sobre higiene postural que permita identificar posturas recomendadas en los puestos de trabajo o posiciones corporales que puedan causar dolencias musculoesqueléticas, lo cual podría estar incidiendo a malas posturas de trabajo.

La rotación laboral está definida para las estaciones de trabajo, sin embargo, no entre procesos productivos, lo que repercute que los colaboradores pasen hasta 6 meses en el mismo proceso productivo sin rotar a otros procesos dentro de la unidad de negocio. Respecto a las pausas activas, actualmente se ejecutan tres pausas activas de forma sincronizada en toda la planta, no obstante, en la unidad de negocio en investigación, como no se puede detener la producción de las máquinas, los colaboradores solo pueden realizar dos pausas activas, lo cual CML lo considera insuficiente actualmente. Además, en cuanto la vigilancia médica, actualmente se tienen dos exámenes preempleo: una prueba médica y una prueba de fisioterapia general en la cual se evalúan movimientos.

## **B. Identificación y evaluación de condiciones de riesgo ergonómico.**

### **1. *Ergonomics Assessment Checklist***

Para la lista de verificación (ver apéndice 9) aplicada en las estaciones de trabajo de los procesos productivos en investigación, se consideró únicamente las preguntas asociadas a la existencia de quejas ergonómicas, posturas y características de la estación de trabajo, dado que eran las variables de interés para el presente proyecto.

A continuación, en el cuadro 7 se muestran los principales resultados, asimismo, en el apéndice 18 se detallan los resultados completos.

Cuadro 7. Resumen de resultados de *Ergonomics Assessment Checklist*

<b>Procesos productivos</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Principales incumplimientos</b>
<b>Frame</b>		
Estación de trabajo uno	Alto	Posturas de cuello incómodas (100%).
		Flexión de espalda/cadera incómoda (60%).
		Ángulo de codo extraño (100%)
		Ángulo de flexión de la muñeca incómodo (100%)
		Altura de estación de trabajo impar. (100%).
Estación de trabajo dos	Alto	Posturas de cuello incómodas (100%).
		Flexión de espalda/cadera incómoda (60%).
		Ángulo de codo extraño (60%)
		Altura de estación de trabajo impar. (80%).
		Tareas con una distancia de alcance extrema (100%).
Estación de trabajo tres	Bajo	No presenta incumplimientos
<b>Cushion</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Principales incumplimientos</b>
Estación de trabajo uno	Medio	Posturas de cuello incómodas (100%).
		Flexión de espalda/cadera incómoda (60%).
		Altura de estación de trabajo impar. (100%).
Estación de trabajo dos	Alto	Posturas de cuello incómodas (100%).
		Ángulo de codo extraño (80%)
		Flexión de espalda/cadera incómoda (80%).
		Altura de estación de trabajo impar. (100%).
		Tareas con una distancia de alcance extrema (100%).
Estación de trabajo tres	Bajo	No presenta incumplimientos

Como se logró observar en el cuadro 7, las estaciones de trabajo uno y dos de Frame y dos en Cushion, presentan un nivel de riesgo alto, a su vez, la estación uno

de Cushion es de riesgo moderado, lo cual significa que los trabajadores de dichos puestos están expuestos a factores que podrían desencadenar dolencias musculoesqueléticas.

Con respecto a los principales incumplimientos, tanto en la estación de trabajo uno como la dos de ambos procesos presentan incumplimientos en las posturas de cuello, espalda, codos y muñecas, asimismo, se puede determinar que hay altos porcentajes de incumplimiento con respecto a la altura del puesto de trabajo y distancia de la mesa, generando posturas incómodas en las regiones mencionadas. Por lo cual, con base a la información se decidió aplicar la encuesta de dolencias musculoesqueléticas de la Universidad de Cornell, REBA y RULA, para evaluar las condiciones de trabajo actuales de los procesos productivos en investigación.

## **2. *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires***

De acuerdo con la información recopilada en una muestra de 20 personas, la cual tenía como objetivo dar a conocer la cantidad de veces en que se presenta dolencias en diferentes regiones del cuerpo, el nivel de incomodidad y la interferencia con la capacidad para trabajar, se logró observar que las molestias con mayor frecuencia en ambos procesos productivos son dolor de cuello, dolor en la parte superior e inferior de la espalda, hombro derecho y muñecas, donde los niveles más seleccionados fueron varias veces al día, una vez al día y de tres a cuatro veces la semana pasada (ver cuadro 8).

De acuerdo con los datos, 30% indicaron que experimentaron dolor de cuello varias veces al día y 30% una vez al día, por lo cual se puede ver que el 60% de la muestra posee una alta frecuencia de molestia, además, 35% comentaron que este dolor fue moderadamente incómodo. Respecto a la espalda, tanto alta como baja, se poseen los porcentajes más altos de frecuencia (70% espalda alta y 55% en la parte baja), igualmente, un 75% lo distinguen como bastante y moderadamente incomodo, por lo que se ve que es la zona más afectada entre los colaboradores muestreados.

Finalmente, para la muñeca derecha, el 40% presentaron malestares varias veces al día y el nivel más seleccionado fue ligeramente incomodo, esto en un 45%, seguido de 35% de moderadamente incomodo, conjuntamente, para el 55% se tiene una interferencia ligera con la realización de tareas.

Cuadro 8. Resultados del *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires*

Parte del cuerpo	Frecuencia					Incomodidad			Interferencia		
	Nunca (%)	1 a 2 veces por semana (%)	3 a 4 veces por semana (%)	Una vez al día (%)	Varias veces al día (%)	Ligeramente incómodo (%)	Moderadamente incómodo (%)	Bastante incómodo (%)	Para nada (%)	Interferió ligeramente (%)	Interferió sustancialmente (%)
Cuello	1	25	10	30	30	50	35	15	25	70	5
Hombro derecho	25	25	25	5	25	55	35	10	30	65	5
Hombro izquierdo	35	25	15	5	20	70	25	5	35	60	5
Espalda alta	5	15	0	10	70	25	30	45	5	70	25
Espalda baja	10	25	10	0	55	30	30	40	15	55	30
Brazo derecho	55	5	5	10	25	70	15	15	60	20	20
Brazo izquierdo	55	15	5	5	20	75	15	10	60	25	15
Antebrazo derecho	40	30	5	5	20	75	5	20	45	40	45
Antebrazo izquierdo	50	15	10	10	15	75	10	15	55	25	20
Muñeca derecha	20	15	10	15	40	45	35	20	25	55	20
Muñeca izquierda	35	15	10	15	25	55	20	25	35	40	25

## Matriz de resumen de resultados de la identificación de peligros ergonómicos

A continuación, en el cuadro 9 se presenta un resumen de los peligros identificados.

Cuadro 9. Resumen de resultados de la identificación de peligros ergonómicos

Proceso productivo	Estación de trabajo	Nivel de riesgo	Partes del cuerpo más afectadas
		Ergonomics Assessment checklist	<i>Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires</i>
Frame	Uno	Alto	<b>Cuello</b> - Frecuencia: 85% - Incomodidad: 50% - Interferencia: 75% <b>Espalda alta</b> - Frecuencia: 95% - Incomodidad: 75% - Interferencia: 95% <b>Espalda bajo</b> - Frecuencia: 90% - Incomodidad: 70% - Interferencia: 95%
	Dos	Alto	
	Tres	Bajo	
Cushion	Uno	Moderado	
	Dos	Alto	
	Tres	Bajo	

Con base a los peligros identificados, se logró evidenciar que las estaciones de trabajo uno y dos de ambos procesos productivos presentan un nivel de riesgo alto, por lo que se puede inferir que estos puestos pueden aumentar las posibilidades de sufrir TME. Además, acorde con los principales incumplimientos vistos en el *ergonomics assessment checklist*, y los altos porcentajes de dolencias, incomodidad e interferencia en los labores, se decidió evaluar estos puestos de trabajo.

### **3. Rapid Entire Body Assessment (REBA)**

El método REBA se aplicó a las estaciones de trabajo uno de Frame y Cushion, dado que fueron las que presentaron niveles de riesgo alto y moderado respectivamente en el *ergonomics assessment checklist* de la OSHA, por lo que resultaba necesaria su evaluación.

Para el caso de Frame, luego de evaluar la estación de trabajo uno, se logró observar que en las 12 evaluaciones aplicadas (ver apéndice 19) se tiene un nivel de riesgo moderado, por lo que el *software* indica que es necesaria la actuación en esos puestos. Los factores que contribuyen a esta puntuación son la flexión de cuello a más de 20°, la inclinación de la espalda de 0 a 20° y de 20° a 60°, ángulos de flexión de antebrazo por debajo de los 60°, abducción de codos y desviaciones laterales de muñecas. Se puede observar que mantener estos ángulos por tiempo prolongado (1 hora) cuatro veces al día, posiblemente esté influyendo en las dolencias de cuello, espalda, hombros y muñeca comentadas por los colaboradores de los procesos productivos, las cuales tienen una alta frecuencia de acuerdo con lo visto en el *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires*.

Con respecto a Cushion, el método señala que para la estación de trabajo uno es necesaria la actuación, pues el nivel de riesgo es moderado, esto debido a que se presentan posturas forzadas de cuello, espalda y antebrazos, sin embargo, las muñecas no presentan desviación lateral. A continuación, en el cuadro 10, se presenta un resumen del nivel de acción obtenido por proceso y trabajador.

Cuadro 10. Resultados críticos de REBA en la estación de trabajo uno

Proceso productivo	Trabajadores muestreados	Resultado REBA	Nivel de riesgo	Nivel de acción
Frame	6	5	Medio	Es necesaria la actuación
Cushion	6	5	Medio	Es necesaria la actuación

Ahora bien, mediante una observación del entorno de trabajo, se puede ver que el factor más influyente para las posturas tomadas por los colaboradores resulta ser la altura del plano de trabajo de las plataformas de ambos procesos, pues esta se encuentra soldada a la plataforma de trabajo a 0,89 cm del nivel de suelo de la estructura (ver apéndice 20), lo que limita las operaciones a una sola posición, que en

muchos casos como se evidenció en las evaluaciones, genera ángulos incómodos y no se acopla a la estatura de los trabajadores.

En el caso de Frame, el plano de trabajo tiene acoplado un *fixture* para desensamblar el inserto y dada la altura única del mismo, causa abducción de hombros en personas pequeñas, así como desviaciones laterales de muñecas, flexiones de cuello y trabajos muy por debajo del nivel de los codos en personas altas, lo que repercute en posiciones corporales que representan un riesgo de trastornos musculoesqueléticos.

Para Cushion, en el espacio de trabajo se coloca el producto, al cual se le debe hacer una inspección visual, lo cual genera ángulos inadecuados en los antebrazos (<60°) y flexiones de cuello, espalda. Cabe destacar que estas posiciones corporales podrían traer repercusiones a nivel musculoesquelético en los trabajadores a largo o mediano plazo.

#### **4. *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)***

Para la escogencia de los puestos a evaluar mediante RULA se tomó como referencia los peligros identificados y el nivel de riesgo obtenido con el *ergonomics assessment checklist.*, en base a esto, las estaciones de trabajo dos en ambos procesos productivos al tener un nivel de riesgo alto, fueron seleccionadas para ser evaluadas.

De acuerdo con las evaluaciones (ver apéndice 21), los resultados del cuadro 11 señalan que para estas estaciones se requieren el rediseño en la tarea y/o puesto, ya que el nivel de riesgo es moderado. Las causas que derivan este nivel de acción son el poco espacio libre debajo de la mesa para colocar los pies (30cm), pues este es obstruido por recipientes para colocar material que no pasa los estándares de calidad y la poca superficie de trabajo para cortar e inspeccionar las piezas, la cual es de 30 cm de profundidad (ver figura 8).





Figura 8. Mesa de trabajo actual de inspección y corte

Estos factores en combinación causan que los trabajadores no puedan utilizar su puesto de trabajo de manera correcta e incluso deban trabajar sin la mesa para apoyarse, lo cual propicia posturas forzadas asociadas con los ángulos de cuello ( $>20^\circ$ ), espalda (0 a  $60^\circ$ ) y muñeca (0 a  $15^\circ$ ) y en algunos casos antebrazos ( $>100^\circ$ ).

Cuadro 11. Resultado críticos de RULA en la estación de trabajo dos de Frame y Cushion

Proceso productivo	Trabajadores muestreados	Resultado RULA	Nivel de riesgo	Nivel de acción
Frame	5	5	Alto	Se requiere el rediseño de la tarea
Cushion	5	5	Alto	Se requiere el rediseño de la tarea

Además, un punto importante sobre estas estaciones es que poseen reposapiés y silla ajustables, sin embargo, por el peso del descansa pies y el sistema de regulación (manual), se hace difícil regularlo a la altura deseada, asimismo, resulta incómodo inclinarse por la vestimenta de calidad, por lo que la mayoría del tiempo los colaboradores no lo adaptan.

En el caso de las sillas, dichos equipos poseen un aro metálico cerca de la base, el cual impide acercar las silla al reposapiés y trabajar sobre la mesa de trabajo.

Mediante un análisis de los factores comentados, se ve que estas problemáticas podrían incidir en la aparición de TME, por lo que resulta conveniente aplicar mejoras a estos puestos trabajo en Frame y Cushion.

## 5. Resumen de información de herramientas de evaluación ergonómicas

A continuación, en el cuadro 12, se puede observar el resumen de los resultados de los métodos de evaluación REBA y RULA.

Cuadro 12. Resumen de evaluaciones ergonómicas

Proceso productivo	Estación de trabajo	Nivel de riesgo	
		REBA	RULA
Frame	Uno	Medio	-
	Dos	-	Alto
Cushion	Uno	Medio	-
	Dos	-	Alto

Con base a la información presentada, se evidencia la necesidad de aplicar controles los 4 puestos de trabajo. Asimismo, dado que la estación de trabajo dos de ambos procesos tiene un nivel de riesgo alto, se puede determinar que los procesos productivos de Frame y Cushion son de riesgo ergonómico alto empleando el supuesto del caso más crítico.

### C. Identificación y evaluación de condiciones de riesgos por exposición a calor.

#### 1. Encuesta de percepción de calor

Dentro de los principales datos recopilados en la encuesta aplicada a 20 trabajadores, se puede observar que los trabajadores de Frame perciben la estación uno como bastante calurosa o calurosa, esto en un 90% y 10% respectivamente, además, se tiene un elevado nivel de inconfort con relación a la exposición por calor, pues las únicas opciones seleccionadas fueran bastante inconformes e inconformes (40% y 60%).

Asimismo, con relación al nivel de confort con la cantidad de aire que se percibe, ninguna persona estaba conforme con la situación, ya que 50% están bastante inconformes y el otro 50% inconformes. Ahora bien, en la estación dos y tres los datos cambian, ya que solo un 30% estaban inconformes con la exposición por calor en ambos puestos y en el caso del confort con la cantidad de aire, solo un 20% indican estar bastante inconformes en dichas estaciones.

Igualmente, para el caso de Cushion, la mayoría de los colaboradores sienten la primera estación como calurosa (60%), y los restantes como bastante calurosa, a la vez, de acuerdo con el nivel de confort, el 70% estaban inconformes en algún grado con la exposición a calor. Para el caso del nivel de confort con la cantidad de aire en el área, nadie estaba conforme con la situación actual de trabajo, sin embargo, en la segunda y tercera estación, la mayor parte de la muestra están neutrales o conformes con la exposición a calor y la cantidad de aire.

Por lo cual, preliminarmente se puede identificar que la estación de trabajo uno de ambos procesos productivos podría presentar mayores porcentajes por inconfort térmico de los tres puestos, por lo que será necesario el empleo de mediciones mediante los equipos QUESTEMP<sup>®</sup>36 para así estimar el índice TGBH y así conocer las condiciones actuales por exposición a calor.

Asimismo, cabe destacar entre otros resultados, las fuentes de agua no están cercanas, ya que para ingerir agua se debe salir del área de trabajo, lo que implica quitarse la vestimenta requerida por calidad, por lo que muchos colaboradores únicamente consumen agua en las horas de comida y esto repercute en que el 40% de los trabajadores beben solamente de 3 a 4 vasos con agua durante toda su jornada laboral (12 horas), lo que representa aproximadamente 0,75 L, lo que indica un bajo consumo de agua.

Respecto a los síntomas entre los colaboradores, la presencia de fatiga o cansancio resulta un dato presente casi que en la totalidad de los colaboradores consultados (90%), seguido de dolor de cabeza (65%), sudoración excesiva (60%) y

quemaduras (50%). Otros factores presentes es la percepción de calor derivada de la ropa empleada para realizar las labores, donde la señalan como calurosa (55%), bastante calurosa (30%) y normal (15%) y la ausencia de fuentes de agua potable cerca del lugar de trabajo.

## **2. Método AIS**

Mediante el uso de la herramienta Método AIS, del *software* de Ergonautas, fue calculado el grado de aislamiento térmico (clo) de un grupo de 12 personas previamente seleccionadas para la sección de ergonomía, donde de acuerdo con los cálculos, a través de la selección personalizada de prendas, el valor más alto fue obtenido en el colaborador uno (1,04 clo), en las estaciones dos y tres, pues se encontraba usando una camisa normal, manga larga y se le sumó el aislamiento de una silla normal de oficina, pues en estos puestos se trabaja sentado.

Asimismo, el valor promedio para los 12 trabajadores entre los tres puestos fue de 0,89 clo (ver apéndice 22). Además, las prendas más utilizadas fueron camisa manga corta, pantalones normales, batas (requisito de calidad), zapatos suela gruesa (requisito de seguridad) y guantes para proteger el calor. Por lo que se puede observar que se tienen valores de clo relativamente elevados, incididos por el uso de bata (0,30 clo), por lo que se puede observar un clo relativamente alto, no obstante, por los requisitos de calidad al ser una industria de dispositivos médicos, dicha vestimenta no puede verse modificada.

## **3. Estimación de la tasa metabólica, basado en la norma UNE-EN ISO 8996:2005.**

Para la estimación de la tasa metabólica, se tomó el mismo grupo de 12 trabajadores seleccionados para el grado de aislamiento térmico, donde seis fueron de Frame y los restantes de Cushion. Asimismo, estos fueron estudiados por tres días durante ocho horas para determinar bajo el método de observación de la UNE-EN ISO 8996:2005 la tasa metabólica asociada a las labores que realizan. Asimismo, se debe

mencionar que esta estimación se llevó a cabo mediante el uso de las tablas B.1 y B.2, del anexo B de dicha norma (ver anexo 4), ya que las tareas realizadas no tienen variedad con el paso de tiempo, ni requieren desplazamientos importantes en las operaciones. A continuación, en el cuadro 13, se puede ver en resumen las tasas metabólicas por estación de trabajo, asimismo, en el apéndice 23, se observan a detalle las tasas metabólicas por hora.

Cuadro 13. Tasas metabólicas de cada proceso productivo por estación de trabajo.

Estación de trabajo	Frame	Cushion
	Tasa metabólica (W/m <sup>2</sup> )	
Uno	155	135
Dos	120	120
Tres	120	120

Como se puede observar, la mayor tasa metabólica (155 W/m<sup>2</sup>) se tiene en la estación uno, en los trabajadores de Frame, esto debido a que las operaciones son de pie, utilizando ambos brazos a nivel moderado. Seguidamente, en Cushion se tienen 135 W/m<sup>2</sup>, ya que el trabajo en este proceso es con ambos brazos con una intensidad ligera de pie. Asimismo, para las estaciones dos y tres de ambos procesos por su similitud presenta la tasa metabólica más baja (120 W/m<sup>2</sup>), pues se trabaja sentado, con ambos brazos con una carga de trabajo ligera, lo cual representa una condición favorable para los colaboradores en las estaciones de trabajo dos y tres de ambos procesos versus la estación uno de Frame donde se tiene un consumo metabólico importante.

#### **4. Condiciones termohigrométricas e Índice TGBH**

Las mediciones se llevaron a cabo en periodo de muestreo de ocho horas, donde el horario fue de 8 am a 4 pm, con recolección de muestras cada 15 minutos por tres días, esto con el objetivo de poseer información representativa a la situación actual de trabajo, la cual se colocó en un acta de muestreo por cada día de medición (ver apéndice 24).

De acuerdo con la información, como se logra observar en el cuadro 14, para el día uno las condiciones de temperatura fueron bajas respecto al día dos y tres, sin embargo, esto fue derivado de un estudio de higiene que se estaba aplicando en el área, para el cual se necesitaba la operación de los dos aires acondicionados del área de trabajo, no obstante, las condiciones normales son a un 50%, pues el segundo aire acondicionado se tiene como respaldo en caso de falla del primero.

Cuadro 14. Valores máximos alcanzados en el día uno

Valores máximos por estación de trabajo						
Estación de trabajo	BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	índice TGBH
Uno	19,55	15,35	19,85	68,80%	0,00	17,13
Dos	18,75	15,24	19,10	68,80%	0,00	16,68
Tres	18,78	15,36	19,53	68,80%	0,00	16,97

Ahora bien, para el día de muestreo dos, con condiciones normales de trabajo, los valores críticos rondaron los 22°C, 17°C y 23°C, para la temperatura de bulbo seco BS (°C), húmedo BH (°C) y globo TG (°C) respectivamente (ver cuadro 15) con un porcentaje de humedad relativa de 66,30% y una velocidad del viento de 0 m/s.

Cuadro 15. Valores máximos alcanzados en el día dos

Valores máximos por estación de trabajo						
Estación de trabajo	BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH
Uno	22,00	17,00	23,50	66,30%	0,00	18,95
Dos	22,70	17,50	23,00	66,30%	0,00	19,15
Tres	22,60	17,60	23,10	66,30%	0,00	19,22

Como se puede observar, la mayor temperatura registrada (23,50°C) corresponde a la TG o calor radiante, en la estación de trabajo uno, asimismo, cabe resaltar que la TG fue predominante en este puesto con respecto a las registradas por el BS y BH a lo largo de la jornada, lo que puede indicar que la mayor aportación de temperatura se debe a esta variable, posiblemente incidido por la cercanía del molde. A su vez, los

valores críticos asociados a este día fueron alcanzados entre la 1:00 pm y las 2:30 pm, tal como se puede observar en la figura 9.

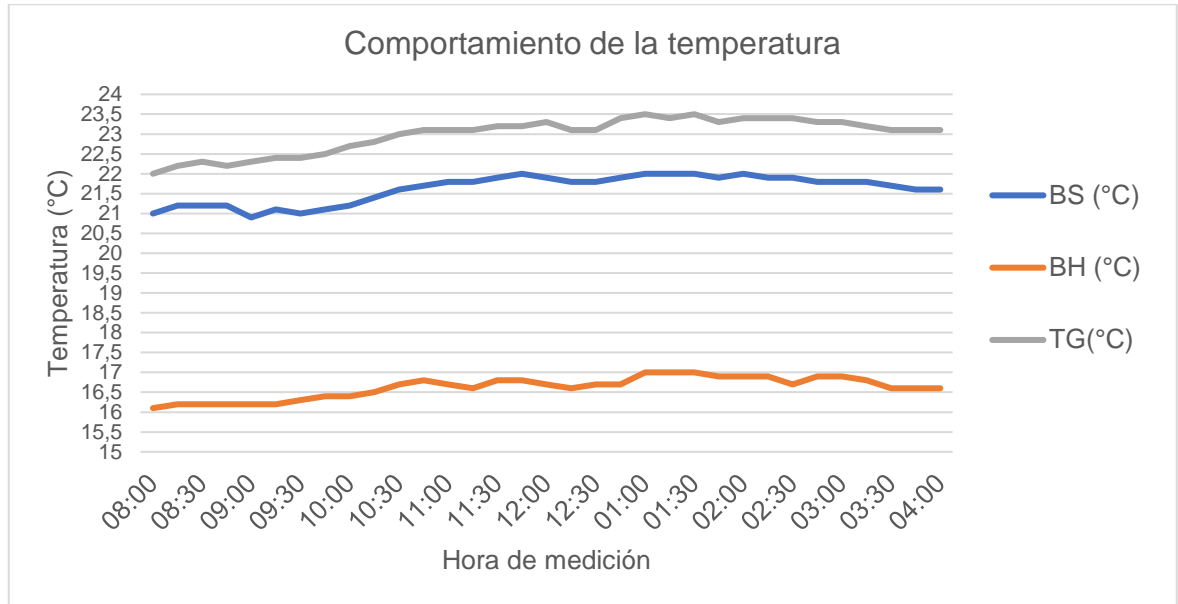


Figura 9. Temperaturas de BS, BH y globo con respecto al tiempo en la estación uno el día dos.

Ahora bien, es importante mencionar que, para este día, en las estaciones dos y tres, los valores más altos también fueron registrados entre la 1:00 pm y 2:30 pm, sin embargo, las temperaturas entre el BS y TG no tenían mayor diferencia, pues en promedio oscilaban en los 22,19 °C (BS), 17,09 °C (BH) y 22,31 °C (TG) para la estación dos y 22,07 °C (BS), 17,22 °C (BH) y 22,43 °C (TG) en la estación tres, lo que puede indicar que las condiciones termo higrométricas son homogéneas, esto posiblemente incidido por la distribución de las estaciones de trabajo y su lejanía con el molde.

Para el día tres, las condiciones de temperatura, humedad y velocidad del viento se comportaron de manera semejante al día anterior, pues de acuerdo con el análisis estadístico el promedio de la temperatura de BS, BH y globo para la estación dos es de 21,81°C (BS), 16,83°C (BH) y 21,93°C (TG) y para el puesto tres es 21,77°C (BS), 17,09°C (BH) y 21,97 °C (TG), por lo que no se ve una aportación clara por parte del calor radiante del molde en esos puestos. Además, de acuerdo con los valores críticos

presentados en el cuadro 16, en la estación uno la mayor aportación es influenciada por la TG y nuevamente se tienen velocidades del viento de 0 m/s y humedades relativas de 66.20%.

Con base en los valores obtenidos de TS y TG, se puede determinar que hay implicaciones desfavorables para el intercambio térmico, pues las velocidades del viento (0 m/s), y el grado de aislamiento térmico (0,89 en promedio), no están proporcionando una compensación efectiva al calor acumulado en las tareas, por lo que dichas situaciones podría estar generando afectaciones en el confort de los trabajadores.

Cuadro 16. Valores máximos alcanzados en el día tres.

Valores máximos por estación de trabajo						
Estación de trabajo	BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH
Uno	22,30	17,30	23,40	66,20%	0,00	19,07
Dos	22,30	17,20	22,40	66,20%	0,00	18,70
Tres	22,30	17,40	22,50	66,20%	0,00	18,93

Ahora bien, para determinar el índice de estrés térmico se tomaron los valores máximos del índice TGBH de cada estación de trabajo por día y estos se compararon con los valores de referencia establecidos por la INTE ISO 7243:2016 (ver anexo 5). Asimismo, para la escogencia de los límites del anexo 5 se tomaron las tasas metabólicas más elevadas, 155 W/m<sup>2</sup> para la estación uno y 120 W/m<sup>2</sup> para la dos y tres, las cuales de acuerdo con los rangos para el consumo relativo a un área superficial de piel W/m<sup>2</sup>, entraron en la clase dos y uno respectivamente, por lo que los valores de referencia serían 28°C y 30°C.

De acuerdo con el análisis anterior, según los valores del cuadro 17, en ningún puesto, en los tres días de muestreo se superaron los límites establecidos, por lo cual, no hay riesgo de estrés térmico para los colaboradores de los procesos productivos en investigación, sin embargo, resulta imperativo investigar más sobre las condiciones de trabajo mediante el índice de valoración medio de Fanger (IVM).



Cuadro 17. Cuadro comparativo entre los Índices TGBH por día en cada estación y los valores de referencia para aclimatados en trabajo moderado

Estación de trabajo	Índice TGBH Día uno	Índice TGBH Día dos	Índice TGBH Día tres	Valores de referencia para aclimatados en trabajo moderado
Uno	17,13 °C	18,95 °C	19,07 °C	28 °C
Dos	16,68 °C	19,15 °C	18,70 °C	30 °C
Tres	17,63 °C	19,22 °C	18,93 °C	30 °C

## 5. Índice de Valoración Medio de Fanger (IVM).

Para el cálculo del IVM y PPD (ver cuadro 18), se tomó como referencia los valores más elevados por día del BS (°C), BH (°C), TG (°C), humedad relativa (%) y velocidad del viento (m/s) y estos fueron colocados en el *software Spring 3*.

Cuadro 18. Índice de Valoración Medio y Porcentaje de insatisfechos respecto a los valores críticos por día en cada estación

Estación - Día de muestreo	Valores máximos por día								
	BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Grado de aislamiento térmico (clo)	Tasa metabólica (W/m <sup>2</sup> )	IVM	PPD
Uno - Día 1	19,90	15,90	20,00	68,80%	0,00	0,89	155	1,04	27,75%
Uno - Día 2	22,00	17,00	23,50	66,30%	0,00	0,94	155	1,50	50,79%
Uno - Día 3	22,20	17,10	23,40	66,20%	0,00	0,86	155	1,45	48,03%
Dos - Día 1	19,00	15,40	19,30	68,80%	0,00	0,94	120	0,44	9,05%
Dos - Día 2	22,70	17,40	22,80	66,30%	0,00	0,99	120	1,06	28,92%
Dos - Día 3	22,10	17,10	22,40	66,20%	0,00	0,91	120	0,91	22,37%
Tres - Día 1	19,00	15,40	19,80	68,80%	0,00	0,94	120	0,48	9,83%
Tres - Día 2	22,50	17,50	23,10	66,30%	0,00	0,99	120	1,07	29,06%
Tres - Día 3	22,20	17,40	22,40	66,20%	0,00	0,91	120	0,92	22,74%

De acuerdo con el software, la estación uno es la que posee el porcentaje más elevado de insatisfechos según el método, donde el mayor valor alcanzado fue en el

día dos, con un 50,79%, seguido del día tres, el cual obtuvo un 48,03%, no obstante, para el día uno se alcanzó un 27,75%, sin embargo, como se indicó anteriormente, esto fue derivado de las condiciones ambientales atípicas a causa del funcionamiento de los dos aires acondicionados. Además, para el caso de la estación de trabajo dos y tres, durante el día dos se registraron los valores más altos para estos puestos, 28,92% y 29,06%.

Con respecto a la puntuación del IVM, de acuerdo con la INTE/ISO 7730:2016, el valor recomendado puede fluctuar en un rango que va desde los -0,5 hasta 0,5, el cual corresponde a un ambiente térmico neutro, sin embargo, tal como sucedió con el PDD, para este indicador la estación uno resulta tener los valores más lejanos a los parámetros sugeridos, ya que se obtuvieron valores de 1,50 y 1,45 para el segundo y tercer día respectivamente, lo que conduce a tener un ambiente de trabajo caliente.

Con base a los datos recopilados para la estación uno, se puede deducir que los intercambios de calor que más afectan son el metabolismo, la radiación y convección, dado que se tiene tareas de tipo moderado sin periodos de descanso, fuentes de calor sin ningún aislamiento y una nula circulación del aire en las estaciones de trabajo a causa de la altura y localización de las salidas del sistema de aclimatación.

## **6. Resumen de información sobre la evaluación de exposición por calor**

A pesar de no tener riesgo de estrés térmico como se evidenció con el índice TGBH, existen situaciones de inconformidad producidas por las fuentes de calor sin sistemas de aislamiento, las cuales están a 80cm de distancia del trabajador y la velocidad del aire (0 m/s). Por lo que estas variables deben ser intervenidas para disminuir los elevados porcentajes de PDD, no obstante, se debe recalcar que teóricamente existe al menos un 5% de la población con insatisfacción por las condiciones térmicas.

## D. Conclusiones

- Las respuestas recopiladas en la encuesta de percepción e inconfort térmico tienen concordancia con la información obtenida en el método Fanger, pues de acuerdo con los valores obtenidos, la estación de trabajo uno de Frame es la que presenta el mayor porcentaje de personas insatisfechas, 50,79 %, lo que sugiere que este puesto es el más crítico.
- La diferencia de insatisfechos entre la estación uno respecto a las otras estaciones según el análisis de la situación actual, puede derivarse de la tasa metabólica y la cercanía con la fuente de calor radiante, sin embargo, a pesar de los porcentajes bajos de insatisfechos en los puestos dos y tres, resulta conveniente aplicar mejoras en la velocidad de viento.
- Según los resultados obtenidos, se obtuvo que la variable de la velocidad del viento es determinante en la evaluación del confort térmico en el local, lo que se encuentra asociado con los problemas percibidos por los trabajadores de los procesos productivos de Frame y Cushion.
- La altura del plano de trabajo en la estación uno de ambos procesos no se puede adaptar, lo que genera que los trabajadores tomen posturas incómodas, por lo que de acuerdo con el resultado del método REBA, resulta conveniente aplicar controles que reduzcan el riesgo ergonómico asociado a estas tareas, dado que la ausencia de estos podría generar dolencias musculoesqueléticas.
- La mesa de trabajo en la estación dos de ambos procesos es de espacio de trabajo reducido, lo cual causa que muchos trabajadores opten por posturas forzadas, ya que como se pudo ver en la *Ergonomics Assessment Checklist* en ambos procesos productivos se presentan altos porcentajes de incumplimiento con la distancia de alcance extremo y la altura del plano.
- Los reposapiés y sillas de las estaciones de trabajo dos de Frame y Cushion no son los adecuados por la dificultad de ajuste y la falta de reposabrazos que impide la relajación del cuello y hombros.

- Las principales dolencias musculoesqueléticas identificadas mediante *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires* en los colaboradores se podrían asociar con los problemas de diseño encontrados mediante las evaluaciones de REBA y RULA.
- No hay sistema de rotación laboral definido entre procesos, lo cual causa que los trabajadores pasen periodos prolongados en procesos de riesgo alto. Además, a pesar de poseer pausas activas, estas son insuficientes pues los colaboradores solo realizan dos durante una jornada laboral de 12 horas diarias.

## **E. Recomendaciones**

- Al tener porcentajes de insatisfacción elevados en la estación uno, a causa de la acumulación de calor por una aportación del calor radiante del molde y una velocidad del viento imperceptible, resulta conveniente aplicar controles ingenieriles que desciendan la temperatura en estos puestos y mejoren la ventilación.
- Las estaciones dos y tres, a pesar de que presentar porcentajes de insatisfacción bajos, se le pueden aplicar oportunidades de mejora mediante controles ingenieriles como la instalación de sistemas de ventilación.
- Se deben evaluar las condiciones termo higrométricas en época de verano de acuerdo con lo recomendado por la INTE ISO 7243:2016 para conocer si existe alguna incidencia con las condiciones ambientales externas.
- Se deben aplicar controles ingenieriles para rediseñar la estación de trabajo uno de ambos procesos productivos, para así permitir a los trabajadores modificar la altura de su puesto de trabajo y evitar posturas forzadas que podrían causar dolencias musculoesqueléticas.
- La estación de trabajo dos de Frame y Cushion se debe modificar de forma que se proporcione un espacio de trabajo que se pueda ajustar a las características físicas de los trabajadores.

- Efectuar capacitaciones ergonómicas para los nuevos puestos de trabajo que brinden una guía sobre higiene de posturas, que permita identificar posiciones corporales que pueden causar dolencias musculoesqueléticas.
- Se debe establecer un plan de rotación entre procesos productivos, ya que actualmente no se tiene una guía de cómo hacerlo.
- Se deben implementar más pausas activas que ayude a los trabajadores a reducir el riesgo de dolencias musculoesqueléticas.
- Implementar un programa de controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones ergonómicas y por exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion.

## **V. Alternativas de solución**

Basado en los peligros identificados y los riesgos evaluados, en el presente apartado se presenta el programa de control de la exposición a riesgos ergonómicos y a calor para los colaboradores de las líneas de los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos. El cual se compone de 9 secciones: Generalidades, liderazgo, ejecución del programa, vigilancia de la salud, plan de capacitación, evaluación y seguimiento, cronograma, presupuesto, conclusiones y recomendaciones.

Dentro de la ejecución del programa, se presentan las alternativas de solución ingenieriles y administrativas a los riesgos ergonómicos y por exposición a calor, las cuales fueron seleccionadas mediante criterios de salud y seguridad, ambiente, económico, sociocultural, estándares aplicables. Además, se contempló la facilidad de instalación y calidad de productos en el caso de las propuestas por exposición a calor.

Programa de control de la exposición a riesgos ergonómicos y a calor para los colaboradores de las líneas de los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.

**Elaborado por:**

Luis Alejandro Arroyo Fernández

2022

## Índice

<b>A. Generalidades .....</b>	<b>7</b>
1. Introducción.....	7
<b>B. Liderazgo.....</b>	<b>9</b>
1. Política de Salud y seguridad.....	9
2. Objetivos.....	9
3. Alcance .....	10
4. Limitaciones .....	10
5. Metas.....	10
6. Recursos.....	13
7. Responsabilidades.....	13
<b>C. Ejecución del programa.....</b>	<b>18</b>
1. Controles ingenieriles para riesgos ergonómicos .....	18
2. Controles administrativos por exposición a riesgos ergonómicos.....	38
3. Controles ingenieriles para la exposición por calor .....	60
4. Controles administrativos para la exposición por calor.....	83
<b>D. Vigilancia de la salud .....</b>	<b>88</b>
1. Objetivo.....	88
2. Alcance .....	88
3. Responsables .....	88
4. Evaluaciones.....	88
<b>E. Plan de capacitación del programa .....</b>	<b>92</b>
1. Objetivo.....	92
2. Alcance .....	92
3. Responsabilidades.....	92
4. Plan de capacitaciones del programa .....	93
<b>F. Evaluación y seguimiento .....</b>	<b>95</b>
1. Objetivo.....	95
2. Alcance .....	95
3. Responsables .....	95
4. Procedimiento.....	95



5. Cuantificación del desempeño .....	96
6. Documentos relacionados.....	98
<b>G. Cronograma y presupuesto del programa .....</b>	<b>100</b>
1. Diagrama Gantt del programa.....	100
2. Presupuesto del programa.....	95
<b>H. Conclusiones del programa .....</b>	<b>96</b>
<b>I. Recomendaciones.....</b>	<b>97</b>

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Metas del programa de controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones ergonómicas y de exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion.....	11
Cuadro 2. Matriz de asignación de responsabilidades del programa.....	17
Cuadro 3. Características de diseño de propuesta 1 .....	20
Cuadro 4. Características de diseño de propuesta 2 .....	21
Cuadro 5. Características de diseño de propuesta 3 .....	22
Cuadro 6. Escala de comparación de las propuestas de solución para la estación de trabajo uno de Frame y Cushion.....	23
Cuadro 7. Matriz multicriterio para las propuestas de solución para la estación de trabajo uno de Frame y Cushion.....	24
Cuadro 8. Cuadro de validación de propuesta para estaciones de trabajo uno de Frame y Cushion.....	25
Cuadro 9. Características de diseño de Mesa de trabajo sin ajuste de altura .....	28
Cuadro 10. Características de diseño de mesa de trabajo de altura regulable .....	29
Cuadro 11. Características de diseño de banco de trabajo de altura regulable .....	30
Cuadro 12. Características de diseño de reposapiés Score Pro 959 .....	31
Cuadro 13. Características de diseño de la silla ergonómica SMART .....	32
Cuadro 14. Escala de comparación de las propuestas de solución para la estación de trabajo dos.....	33
Cuadro 15. Matriz multicriterio para las propuestas de solución para la estación de trabajo dos.....	34
Cuadro 16. Cuadro de validación de propuesta para estaciones de trabajo dos de Frame y Cushion.....	35
Cuadro 17. Costos de la implementación de las propuestas de control de riesgos ergonómicos.....	37
Cuadro 18. Características de diseño de la cortina de aire con fijación a la cabina de las máquinas de moldeo.....	62
Cuadro 19. Datos técnicos de la RUND 1500A.....	62
Cuadro 20. Características de diseño del ventilador Pivot.....	65
Cuadro 21. Datos técnicos del ventilador Pivot.....	65
Cuadro 22. Características de diseño del ventilador AirEye .....	67
Cuadro 23. Datos técnicos del ventilador AirEye .....	67
Cuadro 24. Características de diseño del aislante adhesivo .....	69
Cuadro 25. Características de diseño de la placa aislante frontal con fijación de imán .....	70
Cuadro 26. Características de diseño del cobertor aislante con fijación de imán .....	72
Cuadro 27. Características de diseño del dispensador de agua + pura. ....	74
Cuadro 28. Escala de comparación de las propuestas de solución para el sistema de ventilación.....	76
Cuadro 29. Matriz multicriterio para las propuestas de solución para el sistema de ventilación.....	77
Cuadro 30. Escala de comparación de las propuestas de solución para aislar la fuente ..	79

Cuadro 31. Matriz multicriterio para las propuestas de solución para aislar la fuente.....	80
Cuadro 32. Costos de la implementación de las propuestas de control de riesgos por exposición a calor.....	82
Cuadro 33. Planificación de las capacitaciones a ejecutar del programa.....	93
Cuadro 34. Planificación de evaluación y seguimiento del programa.....	96
Cuadro 35. Clasificación de desempeño de los componentes del programa. ....	97
Cuadro 36. Diagrama Gantt del programa.....	100
Cuadro 37. Presupuesto aproximado para la implementación del programa.....	95

## Índice de figuras

Figura 1. Componentes del programa de control de la exposición a riesgos ergonómicos y a calor para los colaboradores de las líneas de los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.....	8
Figura 2. Diseño de mesa de trabajo con sistema de elevación .....	19
Figura 3. Plano de trabajo de altura ajustable FlexiSpot.....	21
Figura 4. Plano de altura ajustable Relaxdays .....	22
Figura 5. Mesa de trabajo sin ajuste de altura doble nivel .....	28
Figura 6. Piezas de mesa de trabajo de altura regulable .....	29
Figura 7. Banco de trabajo de altura regulable .....	30
Figura 8. Reposapiés Score Pro 959.....	31
Figura 9. Silla ergonómica SMART .....	32
Figura 10. Cortina de aire con fijación a la cabina de las máquinas de moldeo .....	61
Figura 11. Ventilador de pared Pivot.....	63
Figura 12. Localización de los ventiladores Pivot .....	64
Figura 13. Ventilador AirEye con control inteligente.....	66
Figura 14. Distribución de ventiladores AirEye.....	68
Figura 15. Aislante adhesivo .....	69
Figura 16. Placa aislante con imán de sujeción para molde Cushion .....	70
Figura 17. Placa aislante con imán de sujeción para molde Frame .....	70
Figura 18. Cobertor térmico con imán de sujeción para molde Cushion .....	71
Figura 19. Cobertor térmico con imán de sujeción para molde Frame.....	71
Figura 20. Dispensador de agua + pura .....	73
Figura 21. Distribución de los dispensadores de agua .....	74
Figura 22. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida .....	90
Figura 23. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida .....	91

## **A. Generalidades**

### 1. Introducción

La empresa de dispositivos médicos cuenta con una amplia gama de productos enfocados al cuidado de la salud, dentro de los cuales se tienen las mascarillas para la apnea del sueño. Ahora bien, para su creación y terminado, la materia prima requiere de un proceso en caliente para la formación del material, por lo que son necesarias máquinas de moldeo, las cuales una vez que el proceso termina, el material sale para ser tomado por los colaboradores y ser llevado a planos de trabajo para su desensamble, inspección y colocación de talla.

Dadas las condiciones de trabajo actuales, algunos colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion al ejecutar sus labores, toman posturas forzadas que aumentan el riesgo de sufrir trastornos musculoesqueléticos, y a su vez, al existir fuentes de calor a 300 °F, los trabajadores se encuentran expuestos a riesgo de discomfort térmico.

En consecuencia, derivado del análisis de la situación actual de estos procesos productivos, se desarrolla el presente programa con el objetivo de proporcionar controles ingenieriles y administrativos a la exposición por riesgos ergonómicos y calor, los cuales fueron basados en las alternativas de solución seleccionadas. En la figura 1 se puede observar las diferentes secciones que componen el documento.

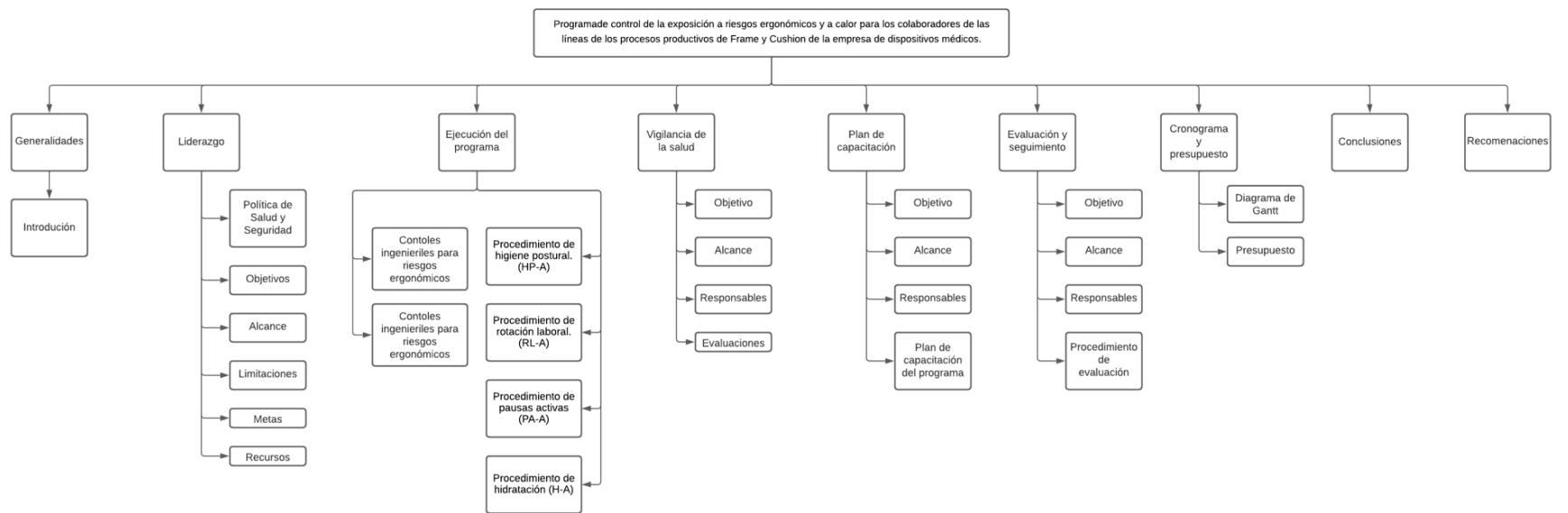


Figura 10. Componentes del programa de control de la exposición a riesgos ergonómicos y a calor para los colaboradores de las líneas de los procesos productivos de Frame y Cushion de la empresa de dispositivos médicos.

## **B. Liderazgo**

### 1. Política de Salud y seguridad

“La empresa de dispositivos médicos aspira a ser líder en la gestión de la salud y seguridad en el trabajo, de esta forma se conduce el negocio y es considerado un aspecto esencial para el establecimiento de los objetivos.

Nos enfocamos en la mejora continua de la gestión de Salud y Seguridad, impulsando una cultura proactiva, determinando que nada es tan urgente o importante que no se pueda hacer una forma segura y saludable.” (Empresa de dispositivos médicos, comunicado personal, 9 de septiembre 2022).

### 2. Objetivos

#### Objetivo general

Mejorar las condiciones ergonómicas y de exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion.

#### Objetivos específicos

- Proponer controles ingenieriles para el control de riesgos ergonómicos y de exposición a calor.
- Establecer controles administrativos para los riesgos ergonómicos y por exposición a calor.
- Determinar las responsabilidades de cada involucrado en el programa de controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones ergonómicas y de exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion.
- Definir lineamientos para la evaluación, seguimiento, control y mejora del programa de control de riesgos ergonómicos y por exposición a calor.

### 3. Alcance

El programa de mejoramiento de las condiciones ergonómicas y por exposición a calor busca brindar alternativas de solución efectivas a los riesgos identificados y evaluados, para así reducir la probabilidad de lesiones musculoesqueléticas y discomfort térmico en los trabajadores de los procesos productivos de Frame y Cushion en una empresa de dispositivos médicos.

### 4. Limitaciones

El programa está aplicado únicamente a los procesos productivos en investigación, por lo que la implementación de nuevos procesos productivos o cambios en los mismos requerirán de nuevas identificaciones y evaluaciones de riesgos.

### 5. Metas

A continuación, en el cuadro 1 se presentan las diferentes metas que se proponen para cada objetivo específico planteado, asimismo, los respectivos indicadores y recursos.



Cuadro 19. Metas del programa de controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones ergonómicas y de exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion.

Objetivos específicos	Indicador	Metas	Recursos
<p>Proponer controles ingenieriles efectivos para los riesgos ergonómicos y de exposición a calor.</p>	<p>1. Cantidad de controles ingenieriles para reducir el nivel de exposición a riesgos ergonómicos.</p> <p>2. Cantidad de controles ingenieriles para reducir el nivel de exposición por calor.</p>	<p>1. Implementar el 100% los controles ingenieriles escogidos a nivel ergonómico y por exposición a calor.</p> <p>2. Reducir el nivel de exposición riesgo ergonómicos por posturas forzadas de medio a bajo, en las estaciones de trabajo uno y dos de los procesos productivos de Frame y Cushion.</p> <p>3. Reducir el porcentaje de PDD del método Fanger a un 5% en los procesos productivos de Frame y Cushion.</p>	<p>Económicos Humanos Tiempo</p>
<p>Establecer controles administrativos efectivos para los riesgos ergonómicos y por exposición a calor.</p>	<p>1. Cantidad de controles administrativos para reducir el nivel de exposición a riesgos ergonómicos.</p> <p>2. Cantidad de controles administrativos para reducir el nivel de exposición a calor.</p>	<p>1. Implementar el 100% de los controles administrativos que reduzcan la exposición a riesgos ergonómicos y por exposición a calor.</p> <p>2. Capacitar al 100% del personal de los procesos productivos de Frame y Cushion sobre pausas activas, higiene postural e hidratación.</p> <p>3. Capacitar al 100% del personal involucrado sobre el sistema de rotación laboral “Semáforo”</p>	<p>Económicos Humanos Tiempo</p>
<p>Determinar las responsabilidades de cada involucrado en el programa de controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones ergonómicas y de exposición a calor de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion</p>	<p>Cantidad de responsables en el programa</p>	<p>Comunicar al 100% de los <i>stakeholders</i> del programa sus responsabilidades en el mismo.</p>	<p>Humanos Tiempo</p>

Definir lineamientos para la evaluación, seguimiento, control y mejora del programa de control de riesgos ergonómicos y por exposición a calor.	Cantidad de mecanismos de seguimiento y control del programa.	Cumplir con el 100% de los formularios de verificación de los controles aplicados.	Humanos Tiempo
---	---	--	-------------------

## 6. Recursos

### Económicos

Corresponde a los costes económicos necesarios para la ejecución de los controles ingenieriles y administrativos planteados en el programa, así como el costo de la materia prima, horas laborales, instalaciones y mano de obra.

### Humano

Es todo aquel trabajador interno o externo requerido para la implementación de controles ingenieriles y administrativos planteados en el programa.

### Tiempo

Tiempo requerido para construir, instalar, organizar, capacitar entre otras acciones necesarias para poder llevar a cabo las acciones y propuestas elaboradas para el programa.

## 7. Responsabilidades

A continuación, se presentan los responsables del programa de controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones ergonómicas y de exposición a calor.

### Gerente general

- Aprobar el programa.

### Gerente de unidad de negocio

- Aprobar los recursos necesarios para la aplicación del programa.
- Dar seguimiento al progreso de la implementación del programa.

### Departamento de EHS

- Gestionar la implementación del programa, brindando los insumos necesarios a los involucrados para que el programa sea efectivo.
- Supervisar periódicamente que se estén aplicación de manera correcta los diferentes controles operacionales del programa.
- Dar seguimiento y control a lo estipulado en el programa.
- Efectuar mejoras al programa en caso de ser requeridas.

#### Departamento de producción

- Estar informados y dar los soportes necesarios para que sean ejecutados los diferentes controles establecidos dentro del programa.
- Seguir los procedimientos dentro del programa.
- Velar por que se cumplan los procedimientos del programa.
- Entrenar a tiempo en los nuevos procedimientos a los colaboradores y tener conocimiento del programa.

#### Departamento de planeamiento

- Estar informados y dar los soportes necesarios para que sean ejecutados los diferentes controles establecidos dentro del programa.
- Brindar los tiempos de producción necesarios para el entrenamiento del personal operativo.

#### Departamento de entrenamiento

- Capacitar al personal operativo expuestos a los riesgos identificados y evaluados.
- Estar informado y dar los soportes necesarios con las capacitaciones del personal operativo.
- Dar seguimiento a los entrenamientos pendientes.

#### Departamento de calidad

- Estar informado y dar los soportes necesarios para que sean ejecutados los diferentes controles establecidos dentro del programa.

#### Departamento de ToolRoom

- Realizar la compra de los materiales necesarios para el diseño de los nuevos puestos de trabajo.
- Definir y establecer los recursos necesarios para la edificación e instalación de los controles seleccionados.
- Dar mantenimiento preventivo periódicamente a los equipos, así como dar mantenimientos correctivos a los equipos según estos lo requieran.
- Estar informado y dar los soportes necesarios para que sean ejecutados los diferentes controles establecidos dentro del programa.

#### Departamento de Real Estate

- Realizar la compra de los materiales necesarios para la implementación de los controles de exposición a calor.
- Dar mantenimiento preventivo periódicamente a los equipos, así como dar mantenimientos correctivos a los equipos según estos lo requieran.
- Estar informado y dar los soportes necesarios para que sean ejecutados los diferentes controles establecidos dentro del programa.

#### Consultorio Médico Laboral

- Dar seguimiento a las quejas ergonómicas notificadas por los trabajadores.
- Mantener un registro actualizado sobre las dolencias musculoesqueléticas, así como los signos y síntomas de los colaboradores de los procesos productivos.

En el cuadro 2, mediante una matriz RACI se resumen las responsabilidades de los involucrados en este programa, asimismo, se detallan los responsables, informados, consultados y quienes aprueban las diferentes actividades dentro del programa.

Cuadro 20. Matriz de asignación de responsabilidades del programa.

Actividades	GG	GU	EHS	DP	DPL	DE	DC	RS	DTR	CML
<b>Implementación del programa</b>										
Presentación del programa	I	I	R	-	-	-	-	-	-	-
Aprobación del programa	R	R	I	-	-	-	-	-	-	-
Aprobación del presupuesto de los controles ingenieriles	R	R	I	-	-	-	-	-	-	-
Asignación de recursos	I	I	I	R	R	R	I	R	R	-
Implementación de los diseños ingenieriles ergonómicos	I	I	I	I	-	-	-	-	R	-
Implementación de los diseños ingenieriles para exposición a calor	I	I	I	I	I	I	I	R	R	I
Desarrollo de plan de capacitación	I	I	R	I	-	R	I	-	-	-
<b>Seguimiento y control</b>										
Aplicación de REBA	I	I	R	I	-	-	-	-	I	I
Aplicación de RULA	I	I	R	I	-	-	-	-	I	I
Mediciones de calor	I	I	R	I	-	-	-	-	I	I
Entrenamientos pendientes	I	I	I	I	-	R	-	-	-	-
Evaluar el cumplimiento de las medidas implementadas en el programa	I	I	R	I	I	I	I	-	-	R
<p>R (Responsable): Persona responsable para que se logre la tarea.</p> <p>A (Accountable): Persona responsable de aprobar la tarea realizada.</p> <p>C (Consulted): Persona consultada, se le solicita opiniones e indica quien es el responsable de cada actividad.</p> <p>I (Informed): Persona que se mantiene al día sobre los progresos de una tarea.</p>	<p>GG: Gerente General</p> <p>GU: Gerente de unidad de negocio</p> <p>EHS: Departamento de Ambiente, Salud y Seguridad</p> <p>DP: Departamento de producción</p> <p>DPL: Departamento de planning</p> <p>DE: Departamento de entrenamiento</p> <p>DC: Departamento de calidad</p> <p>RS: Real Estate</p> <p>DTR: Departamento de ToolRoom</p> <p>CML: Consultorio Médico Laboral</p>									

## **C. Ejecución del programa**

### 1. Controles ingenieriles para riesgos ergonómicos

#### a. Objetivo

Reducir el nivel de riesgo ergonómico por posturas forzadas en las estaciones de trabajo uno y dos de los procesos productivos de Frame y Cushion.

#### b. Alcance

Estos controles van dirigidos a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion que se encuentran expuestos a riesgos ergonómicos por posturas forzadas. Por lo que se pretende brindar estaciones de trabajo que se adapten a las características físicas de los trabajadores y así reducir el nivel de riesgo ergonómico.

#### c. Responsables

#### Gerente general

- Aprobar el presupuesto para los controles ingenieriles seleccionados
- Dar seguimiento a la implementación de los controles ingenieriles seleccionados

#### Gerente de unidad de negocio

- Aprobar los recursos necesarios para la aplicación de los controles ingenieriles

#### Departamento de EHS

- Dar seguimiento y control a la implementación de los controles ingenieriles seleccionados

#### Departamento de ToolRoom



- Dar seguimiento y control a la instalación de los controles ingenieriles seleccionados
  - Dar mantenimiento periódico a los controles ingenieriles seleccionados.
- d. Propuestas de controles ingenieriles de riesgos ergonómicos

### Propuestas de solución para la estación de trabajo uno de Frame y Cushion

Una manera de reducir la aparición de dolencias musculoesqueléticas por posturas forzadas a causa del uso de estaciones de trabajo es mediante un sistema de elevación que permita una correcta higiene postural para todos los colaboradores. Por lo cual, a continuación, se presentan tres propuestas de control ingenieril para este puesto de trabajo.

- a. Plano de altura ajustable por piñón y cremallera

Una manera de obtener un plano de trabajo de altura ajustable es mediante un sistema de elevación manual mecánico de piñón y cremallera, el cual se acciona a través de una manilla la cual se gira para ascender o descender el plano de trabajo de acuerdo con la estatura del colaborador (ver figura 7).

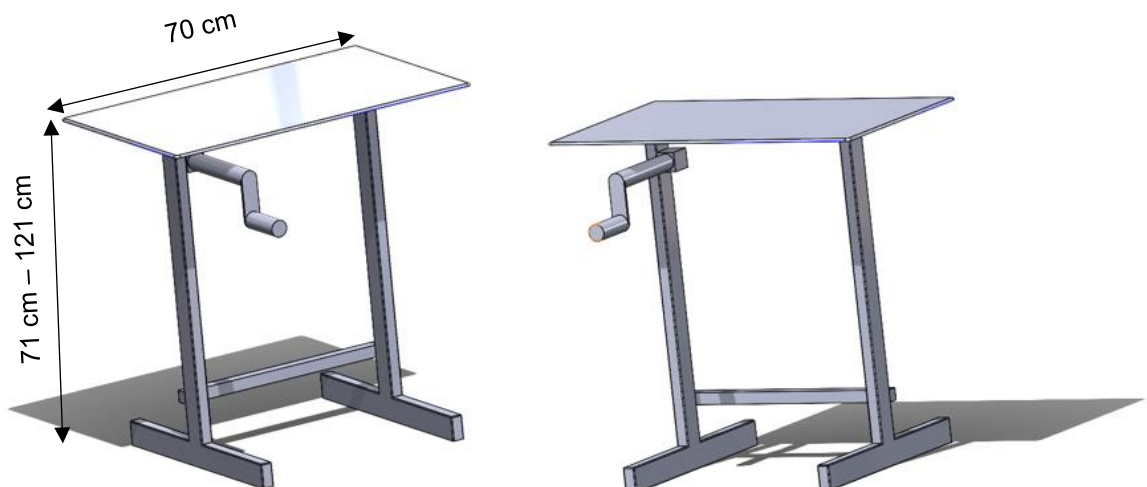


Figura 11. Diseño de mesa de trabajo con sistema de elevación

Asimismo, esta manilla será de giro suave y controlado para evitar lesiones en los miembros superiores (manos, muñecas, etc) con un *stop* que evitaría que el plano de trabajo descienda solo, además, será colocada en el extremo de la mesa, tal como se puede observar en la figura 2, lo anterior con el objetivo de evitar que los colaboradores se golpeen. A la vez, cabe destacar que donde está posicionado el sistema de piñón y cremallera se pondrá un resguardo para evitar atrapamientos.

Cuadro 21. Características de diseño de propuesta 1

Descripción	Especificación
Proveedor	Diseño propio
Dimensiones	70 cm (largo) x 50 cm (profundidad) 70 cm altura mínima 121 cm altura máxima
Materiales	Lámina de acero inoxidable Tubo cuadrado de acero inoxidable Piñón y cremallera de Acero inoxidable
Mantenimiento	Engrase mensual de piñones, cremallera.
Precio por unidad	\$ 865
Cantidad requerida	20
Costo final	\$ 17 300

Como se puede observar en el cuadro 3, los materiales son fuertes y duraderos, por lo que con un correcto mantenimiento preventivo la vida útil sería prolongada.

b. Plano de altura ajustable FlexiSpot.

Para esta alternativa, las bases del plano de trabajo de altura ajustable están compuestas por una estructura de acero de grado industrial que puede soportar hasta 70 kg (ver figura 3), la cual tienen un mecanismo de elevación, que es propulsado por un motor eléctrico manejado desde un controlador avanzado con cuatro posiciones de almacenamiento con una velocidad de elevación de 2,5 cm/s. A su vez, a este esqueleto se le incorporará un plano de trabajo de plástico que servirá como mesa para las tareas que deben de ejecutar los colaboradores.



Figura 12. Plano de trabajo de altura ajustable FlexiSpot.

Fuente: FlexiSpot (2022) y McMaster (2022)

Cuadro 22. Características de diseño de propuesta 2

Descripción	Especificación
Proveedor	FlexiSpot y McMaster
Modelo de base	E1B-EU
Modelo de plano de trabajo	5964T71
Dimensiones	85 cm (Largo) x 65 cm (ancho) 71 cm altura mínima 121 cm altura máxima
Materiales	Bases: Acero de grado industrial Mesa: Lamina de plástico.
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y limpieza de las botoneras.
Precio por unidad	\$ 399,42
Cantidad requerida	20
Precio de importación	\$ 2 432,65
Precio por instalación	\$ 624
Costo final	\$ 11 045,05

### c. Plano de altura ajustable Relaxdays

Esta alternativa consiste en una estructura de acero y aluminio, de altura regulable mediante un motor eléctrico que se controla por una botonera que puede almacenar tres alturas de trabajo diferentes, la cual posee una pantalla donde se logra observar la altura a la que se encuentra el plano de trabajo, además a esta estructura se le va a acoplar una mesa de trabajo compuesta por una lámina de plástico, tal y como se

muestra en la figura 4, a su vez, en el cuadro 5 se detallan las características del equipo.



Figura 13. Plano de altura ajustable Relaxdays

Fuente: Relaxdays (2022) y Mc MasterCarr (2022)

Cuadro 23. Características de diseño de propuesta 3

Descripción	Especificación
Proveedor	Relaxdays y McMaster
Modelo de base	E1B-EU
Modelo de plano de trabajo	5964T71
Dimensiones del plano de trabajo	85 cm (largo) x 60 cm (ancho) 71 cm altura mínima 121 cm altura máxima
Materiales	Bases: Acero negro pintado Mesa: Lamina de plástico
Mantenimiento	Mantenimiento preventivo y limpieza de botoneras.
Precio por unidad	\$ 414,31
Cantidad requerida	20
Precio por instalación	\$ 624
Precio de importación	\$ 2 350,65
Costo final	\$ 11 260,85

Criterios de comparación de alternativas de solución para la estación de trabajo uno de Frame y Cushion

Con el objetivo de conocer la propuesta de control más apropiada para la empresa de dispositivos médicos, se implementó una matriz multicriterio con una escala de puntuación del uno al tres, donde tres es la mejor puntuación, en la cual se consideró los aspectos económicos, ambientales, salud y seguridad, culturales, sociales y estándares aplicables para la selección de las alternativas de solución en la estación de trabajo uno.

Cuadro 24. Escala de comparación de las propuestas de solución para la estación de trabajo uno de Frame y Cushion

Puntuación	Salud y seguridad	Ambiente	Económico	Sociocultural	Estándares aplicables
1	La alternativa reduce poco la posibilidad de posturas forzadas.	La vida útil de los materiales es baja y se dañan con el calor del inserto	La alternativa posee el costo más elevado entre las alternativas	La alternativa es difícil de manipular	La propuesta no cumple con los requisitos de ajuste de altura de la UNE-EN 527-1:2011
2	La alternativa reduce intermedicamente la posibilidad de posturas forzadas	La vida útil de los materiales es intermedia y puede que se dañen con el calor del inserto	La alternativa posee el costo intermedio entre alternativas	La alternativa tiene un nivel intermedio de dificultad para manipular	La propuesta cumple parcialmente con los requisitos de ajuste de altura de la UNE-EN 527-1:2011
3	La alternativa reduce la posibilidad de posturas forzadas.	La vida útil de los materiales es alta y no se dañan con el calor del inserto	La alternativa posee el costo más bajo entre las alternativas	La alternativa es fácil de manipular	La propuesta cumple con los requisitos de ajuste de altura de la UNE-EN 527-1:2011

Cuadro 25. Matriz multicriterio para las propuestas de solución para la estación de trabajo uno de Frame y Cushion.

Propuesta	Salud y seguridad	Ambiente	Económico	Sociocultural	Estándares aplicables	Puntuación total
1	Puntos: 3 (La mesa al ser de altura ajustable reduce la posibilidad de posturas forzadas en miembros superiores, cabeza y cuello)	Puntos: 3 (La mesa de trabajo es de materiales con una vida útil alta, dado que es de acero inoxidable y barras sólidas para el piñón y cremallera)	Puntos: 1 (El costo total de las 20 mesas de trabajo es de \$17 300)	Puntos: 3 (El sistema de elevación es fácil de manipular, pues es ajustable por el movimiento rotatorio de una manilla)	Puntos: 3 (El sistema de elevación cumple con una norma internacional pues tiene un rango de elevación que va desde los 71 cm hasta los 121 cm)	13
2	Puntos: 3 (La mesa al ser de altura ajustable reduce la posibilidad de posturas forzadas en miembros superiores, cabeza y cuello)	Puntos: 1 (La mesa de trabajo es de materiales con una vida útil baja, ya que a pesar de que las bases elevadoras son de acero, las botoneras por el elevado uso se pueden dañar y la mesa de trabajo de plástico se pueden dañar con el calor)	Puntos: 3 (El costo total de las 20 mesas de trabajo es de \$ 11 045,05)	Puntos: 2 (El sistema de elevación tiene un nivel intermedio de dificultad para manipular pues es ajustable mediante una botonera con diferentes funciones)	Puntos: 3 (El sistema de elevación cumple con una norma internacional pues tiene un rango de elevación que va desde los 71 cm hasta los 121 cm)	12
3	Puntos: 3 (La mesa al ser de altura ajustable reduce la posibilidad de posturas forzadas en miembros superiores, cabeza y cuello)	Puntos: 1 (La mesa de trabajo es de materiales con una vida útil baja, ya que las bases elevadoras son de acero, sin embargo, las botoneras por el elevado uso se pueden dañar y la mesa de trabajo de plástico se puede dañar con el calor)	Puntos: 2 (El costo total de las 20 mesas de trabajo es de \$ 12 714,65)	2 (El sistema de elevación tiene un nivel intermedio de dificultad para manipular pues es ajustable mediante una botonera con diferentes funciones)	Puntos: 3 (El sistema de elevación cumple con una norma internacional pues tiene un rango de elevación que va desde los 71 cm hasta los 121 cm)	11

De acuerdo con la información de la matriz de cuadro 7, se puede observar que la alternativa de solución uno resulta la más conveniente, pues obtuvo una puntuación de 13 puntos. Por lo cual el plano de altura ajustable por piñón y cremallera se valida como el diseño final, esto basado en los requisitos de salud y seguridad, ambiente, económico, sociocultural y estándares aplicables. Mediante este diseño ingenieril se pretende reducir las posturas forzadas de cuello y espalda, así como la abducción de codos, por lo que la expectativa es que el nivel de acción del método REBA sea de máximo dos (riesgo bajo), asimismo, de manera complementaria el procedimiento de higiene postural (HP-A) brindará la guía necesaria para conocer la manera correcta de laborar en el nuevo equipo.

### Validación de propuesta

Mediante la lista de comprobación ergonómica de la OIT, ver cuadro 8, se procedió a efectuar la validación de la propuesta de solución seleccionada., cabe destacar que los ítems considerados pertenecen a la sección de ergonomía.

Cuadro 26. Cuadro de validación de propuesta para estaciones de trabajo uno de Frame y Cushion

Lista de comprobación ergonómica de la OIT	Fecha:		Proceso productivo: Frame y Cushion
	Observador:		
Punto de comprobación	Cumple		Observaciones
	Si	No	
Sección de ergonomía			
Ajustar la altura de trabajo a cada trabajador, situándola al nivel de los codos o ligeramente más abajo.	x		N/A
Asegurar que los trabajadores más grandes tienen bastante espacio para mover cómodamente las piernas y el cuerpo.	x		
Situar los materiales, herramientas y controles más frecuentes utilizados en una zona de cómodo alcance.	x		

Proporcionar sitios para trabajar sentados a los trabajadores que realicen tareas que exijan precisión o una inspección detallada de elementos			N/A
Proporcionar sillas o banquetas para que se sienten en ocasiones los trabajadores que están de pie.		X	El ciclo de trabajo de la máquina no permite periodos de descanso
Hacer que los puestos con pantallas y teclados, tales como los puestos con pantallas de visualización de datos (PVD), puedan ser regulados por los trabajadores			N/A
Implicar a los trabajadores en la mejora del diseño de su propio puesto de trabajo.	X		
Sección de calor	Cumple		Observaciones
	Si	No	
Proteger al trabajador del calor excesivo			N/A
Aislar o apartar las fuentes de calor o de frío.			N/A
Mejorar y mantener los sistemas de ventilación para asegurar una buena calidad del aire en los lugares de trabajo.			N/A

Como se puede observar, el plano de altura ajustable por piñón y cremallera cumple con los puntos aplicables de la lista de comprobación, por lo que la alternativa de solución se valida como control ingenieril a implementar en las estaciones de trabajo uno de los procesos productivos de Frame y Cushion.

Asimismo, al reevaluar el nuevo puesto de trabajo mediante REBA, el nivel de riesgo disminuye a bajo y el nivel de acción pasa 1, lo que indica que se tiene mejoras significativas a nivel de posturas en las estaciones de trabajo uno de ambos procesos.



## Propuestas de diseño para la estación de trabajo 2

Una reducción del riesgo ergonómico asociado a las mesas de la estación de trabajo dos de los procesos productivos en investigación, implica rediseños o cambios en los equipos que se utilizan para ejecutar los labores por lo cual, se presentan las siguientes alternativas de solución.

### a. Mesa de trabajo sin ajuste de altura doble nivel

La presente alternativa consta de una estructura (ver figura 5) con un amplio espacio debajo de la mesa para poder posicionar un descansa pies de manera que se tenga una correcta higiene de posturas, además, se tiene una distribución de los recipientes de producto de fácil alcance, de manera que el plano de trabajo quede dentro de la zona primaria de alcance y los materiales o herramientas en la zona secundaria, es importante mencionar que en la parte posterior de la mesa se colocará un pequeño *stop* para evitar que los bins caigan al suelo. Además, la mesa cuenta con un segundo nivel para instalar una lámpara de iluminación específica que se utiliza para la inspección de piezas. Cabe destacar que los materiales son fuertes y duraderos. Conjuntamente en el cuadro 9 se puede observar a detalle las características de la mesa de trabajo.

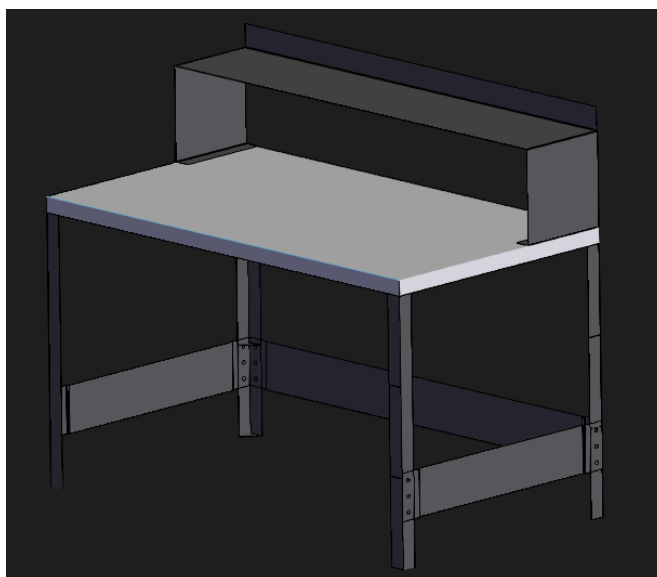


Figura 14. Mesa de trabajo sin ajuste de altura doble nivel

Cuadro 27. Características de diseño de Mesa de trabajo sin ajuste de altura

Descripción	Especificación
Modelo	Diseño propio
Dimensiones	Plano de trabajo: 120 cm (Largo) x 80 cm (ancho) y 90 cm de altura. Estructura: 120 cm (largo) x 80 cm (ancho)
Materiales	Bases: Hierro negro pintado en angular Mesa: Lámina de acero inoxidable
Mantenimiento	Limpieza
Precio por unidad	\$ 950
Cantidad requerida	20
Costo final	\$ 19 000

b. Mesa de trabajo de altura ajustable con borde redondeado

Esta alternativa consiste en un plano de trabajo de altura ajustable con amplio espacio para la colocación de bins, donde su base es en acero pintado y a esta se le acoplará un plano de trabajo de plástico, el cual tiene unos topes traseros y laterales para evitar que los bins caigan al suelo (ver figura 6). Cabe destacar que este diseño requirió confeccionar la estructura con diferentes piezas del proveedor Mc Master-Carr, pues no se tenían mesas de trabajo que se acoplaran al espacio de trabajo disponible.

Conjuntamente, en el cuadro 10 se pueden observar las especificaciones de la alternativa.

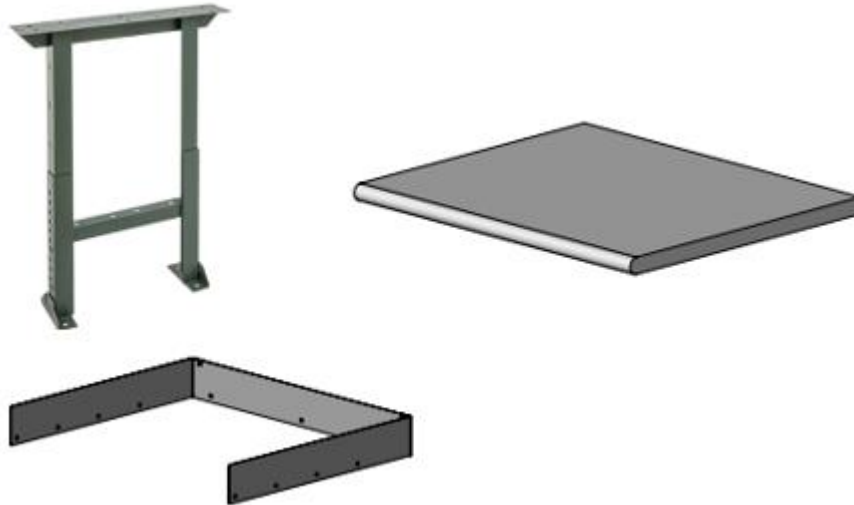


Figura 15. Piezas de mesa de trabajo de altura regulable

Fuente: Mc Master-Carr

Cuadro 28. Características de diseño de mesa de trabajo de altura regulable

Descripción	Especificación
Modelo	Diseño propio con materiales de Mc Master-Carr
Dimensiones	Plano de trabajo: 91 cm (Largo) x 76 cm (ancho) y 90 cm de altura. Estructura: 90 cm (largo) x 70 cm (ancho)
Materiales	Bases: Acero pintado Mesa: Lamina de plástico
Mantenimiento	Limpieza y ajuste de tornillos.
Precio por unidad	\$ 421,15
Cantidad requerida	20
Costo final	\$8 423,15

c. Banco de trabajo de altura regulable

Este banco de trabajo (ver figura 7) consiste en una base de altura regulable, mediante un mecanismo de ranuras en forma de ojo que permite elevaciones graduales de 1 ½ “, que en el plano de trabajo cuenta con unos topes traseros y laterales para evitar que los bines de almacenamiento de material caigan al piso. Sin

embargo, para el ajuste de alturas se requieren de herramientas, pues no es de ajuste mecanizado. Asimismo, en el cuadro 11 se pueden ver las especificaciones del diseño del banco de trabajo.



Figura 16. Banco de trabajo de altura regulable

Fuente: Mc Master-Carr

Cuadro 29. Características de diseño de banco de trabajo de altura regulable

Descripción	Especificación
Modelo	4773T702 - Mc MASTER-CARR
Dimensiones	Plano de trabajo: 152 cm (Largo) x 76 cm (ancho) y 74 - 94 cm de altura.
Materiales	Bases: Acero con recubrimiento en polvo Mesa: Lamina de plástico
Mantenimiento	Limpieza general
Precio por unidad	\$ 481,69
Cantidad requerida	20
Costo final	\$9 633,8

Equipos complementarios que instalar para las propuestas de diseño para la estación de trabajo dos

1. Reposapiés ajustables Score Pro 959

Este reposapiés (ver figura 8) posee un rango de ajuste entre 90-370 mm y un ángulo de inclinación de hasta 22°, lo que permite a los colaboradores elegir la posición de trabajo más cómoda y adecuada de manera sencilla, ya que, al presionar un botón

con el pie, el colaborador puede ajustar la altura del reposapiés sin tener que inclinarse a efectuarlo de manera manual. Asimismo, en sus bases se tiene un antideslizante que permiten un agarre seguro de los pies.



Figura 17. Reposapiés Score Pro 959.

Fuente: Posturite (s.f)

En el cuadro 12 se pueden observar algunas especificaciones de los reposapiés.

Cuadro 30. Características de diseño de reposapiés Score Pro 959

Descripción	Especificación
Modelo	5752001 – Posturite
Dimensiones	490 mm (ancho) 400 mm (profundidad)
Materiales	Acero y plásticas
Peso	7 kg
Mantenimiento	Limpieza general
Precio por unidad	\$ 249, 59
Precio por importación	\$ 741,4
Cantidad requerida	20
Costo final	\$5 733,2

## 2. Silla de trabajo ergonómica

De forma complementaria para obtener un puesto de trabajo ergonómico, se pretenden sustituir las sillas actuales por sillas ergonómicas (ver figura 9), que permitan a los colaboradores una buena higiene postural al trabajar.



Figura 18. Silla ergonómica SMART

Ya que el equipo posee soporte lumbar autoajustable, regulación de la altura del asiento, respaldar y profundidad del asiento, el cual permite que este se adapte al largo de las piernas del usuario, conjuntamente, tiene cinco puntos de apoyo en contacto con el suelo, con mecanismos de ajuste fácilmente manejables desde la posición de sentado, por lo que se cumplen con el estándar para sillas de trabajo. Asimismo, en el cuadro 13 se puede ver algunas especificaciones.

Cuadro 31. Características de diseño de la silla ergonómica SMART

Descripción	Especificación
Modelo	NG-E304MEC
Materiales	Metal y plástico
Mantenimiento	Limpieza general
Precio por unidad	\$ 361.60
Cantidad requerida	20
Costo final	\$ 7 232.60

Criterios de comparación de alternativas de solución para la estación de trabajo dos.

Para conocer la propuesta de control más apropiada para la estación de trabajo dos de ambos procesos productivos, al igual que en las alternativas de solución del puesto uno, se implementó una matriz multicriterio (ver cuadro 14) con una escala de puntuación del uno al tres, donde tres es la mejor puntuación, en la cual se consideró los aspectos económicos, ambientales, salud y seguridad, culturales, sociales y estándares aplicables para la selección de las propuestas.

Cuadro 32. Escala de comparación de las propuestas de solución para la estación de trabajo dos.

Puntuación	Salud y seguridad	Ambiente	Económico	Sociocultural	Estándares aplicables
1	La alternativa reduce poco la posibilidad de posturas forzadas.	La vida útil de los materiales de la mesa de trabajo es baja y no se pueden reutilizar los equipos de iluminación localizada existentes.	La alternativa posee el costo más elevado entre las alternativas	La alternativa no se adapta a las características físicas de los trabajadores	La propuesta no cumple la altura de mesa y profundidad de superficie de trabajo según la UNE-EN 527-1:2011
2	La alternativa reduce intermedicamente la posibilidad de posturas forzadas	La vida útil de los materiales de la mesa de trabajo es intermedia y no se pueden reutilizar los equipos de iluminación localizada existentes	La alternativa posee el costo intermedio entre alternativas	La alternativa se adapta intermedicamente a las características físicas de los colaboradores	La propuesta cumple parcialmente la altura de mesa y profundidad de superficie de trabajo según la UNE-EN 527-1:2011
3	La alternativa reduce la posibilidad de posturas forzadas.	La vida útil de los materiales de la mesa de trabajo es alta y se pueden reutilizar los equipos de iluminación localizada existentes.	La alternativa posee el costo más bajo entre las alternativas	La alternativa se adapta a las características físicas de todos los trabajadores	La propuesta cumple la altura de mesa y profundidad de superficie de trabajo según la UNE-EN 527-1:2011

Cuadro 33. Matriz multicriterio para las propuestas de solución para la estación de trabajo dos.

Propuesta	Salud y seguridad	Ambiente	Económico	Sociocultural	Estándares aplicables	Puntuación total
1	Puntos: 3 (La mesa de trabajo reduce la posibilidad de posturas forzadas ya que los bines de material y herramientas quedan dentro del alcance primario)	Puntos: 3 (La vida útil de los materiales de la mesa de trabajo es alta)	Puntos: 1 (La mesa de trabajo posee el costo intermedio entre alternativas)	Puntos: 3 (La mesa de trabajo se adapta a las características físicas de todos los trabajadores)	Puntos: 3 (La propuesta cumple la altura de mesa y profundidad de superficie de trabajo según la UNE-EN 527-1:2011)	13
2	Puntos: 2 (La mesa de trabajo intermedamente la posibilidad de posturas forzadas pues los bines de material y herramientas quedan fuera del alcance primario)	Puntos: 2 (La vida útil de los materiales de la mesa de trabajo es intermedia al ser la superficie de trabajo de plástico)	Puntos: 3 (La mesa de trabajo posee el costo más bajo entre las alternativas)	Puntos: 3 (La mesa de trabajo se adapta a las características físicas de todos los trabajadores)	Puntos: 2 (La propuesta cumple parcialmente la altura de mesa y profundidad de superficie de trabajo según la UNE-EN 527-1:2011)	12
3	Puntos: 2 (La mesa de trabajo intermedamente la posibilidad de posturas forzadas pues los bines de material y herramientas quedan fuera del alcance primario)	Puntos: 2 (La vida útil de los materiales de la mesa de trabajo es intermedia al ser la superficie de trabajo de plástico)	Puntos: 2 (La mesa de trabajo posee el costo más elevado entre las alternativas)	Puntos: 3 (La mesa de trabajo se adapta a las características físicas de todos los trabajadores)	Puntos: 2 (La propuesta cumple parcialmente la altura de mesa y profundidad de superficie de trabajo según la UNE-EN 527-1:2011)	11



De acuerdo con la matriz del cuadro 15, la alternativa de solución con mayor puntuación corresponde a la mesa de trabajo sin ajuste de altura doble nivel (alternativa uno), esto en base a los requerimientos de salud y seguridad, ambiente, económico, sociocultural y estándares internacionales, por lo que dicha propuesta se valida como la mejor alternativa de solución a implementar en el programa. Mediante esta mesa de trabajo se espera corregir las posturas forzadas de cuello, espalda y codos y hombros, de manera que se obtenga un nivel de acción en RULA de uno como máximo.

### Validación de propuesta

Mediante la lista de comprobación ergonómica de la OIT, ver cuadro 16, se procedió a realizar la validación de la propuesta de solución seleccionada, cabe destacar que los ítems considerados para esta alternativa pertenecen a la sección de ergonomía.

Cuadro 34. Cuadro de validación de propuesta para estaciones de trabajo dos de Frame y Cushion

Lista de comprobación ergonómica de la OIT	Fecha:		Proceso productivo: Frame y Cushion
	Observador:		
Punto de comprobación	Cumple		Observaciones
	Si	No	
Sección de ergonomía			
Ajustar la altura de trabajo a cada trabajador, situándola al nivel de los codos o ligeramente más abajo.	x		
Asegurar que los trabajadores más grandes tienen bastante espacio para mover cómodamente las piernas y el cuerpo.	x		
Situar los materiales, herramientas y controles más frecuentes utilizados en una zona de cómodo alcance.	x		

Proporcionar sitios para trabajar sentados a los trabajadores que realicen tareas que exijan precisión o una inspección detallada de elementos	X		
Proporcionar sillas o banquetas para que se sienten en ocasiones los trabajadores que están de pie.			N/A
Hacer que los puestos con pantallas y teclados, tales como los puestos con pantallas de visualización de datos (PVD), puedan ser regulados por los trabajadores	X		
Implicar a los trabajadores en la mejora del diseño de su propio puesto de trabajo.	X		
Sección de calor	Cumple		Observaciones
	Si	No	
Proteger al trabajador del calor excesivo			N/A
Aislar o apartar las fuentes de calor o de frío.			N/A
Mejorar y mantener los sistemas de ventilación para asegurar una buena calidad del aire en los lugares de trabajo.			N/A

Como se puede observar, la mesa de trabajo sin ajuste de altura doble nivel cumple con los puntos aplicables de la lista de comprobación, por lo que la alternativa de solución se valida como control ingenieril a implementar en las estaciones de trabajo uno de los procesos productivos de Frame y Cushion.

Asimismo, al reevaluar el nuevo puesto de trabajo mediante RULA, el nivel de riesgo disminuye a aceptable y el nivel de acción pasa 1, lo que indica que se tiene mejoras significativas a nivel de posturas en las estaciones de trabajo uno de ambos procesos.

### Costos totales por las propuestas de control de riesgos ergonómicos

A continuación, en el cuadro 17 se presentan los costos totales de la implementación de las propuestas ingenieriles.

Cuadro 35. Costos de la implementación de las propuestas de control de riesgos ergonómicos.

Propuesta	Tipo de costo	Costo
Plano de altura ajustable por piñón y cremallera	Precio total por producción de mesas	\$ 17 300
Mesa de trabajo sin ajuste de altura doble nivel	Precio por la producción de mesas	\$ 19 000
	Precio por reposapiés	\$ 5 733,2
	Precio por silla ergonómica	\$ 7 232.60
Precio final		\$ 49 265,2

## 2. Controles administrativos por exposición a riesgos ergonómicos

En la presente sección, se detallan los diferentes controles administrativos propuestos para reducir el nivel de riesgo ergonómico asociado a los procesos productivos de Frame y Cushion.

Empresa de dispositivos médicos	Página 1 de 7
Procedimiento	Versión: A
Guía de higiene postural.	Código: HP

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Luis Alejandro Arroyo Fernández		
Estudiante de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.		

### 1. Objetivo

Establecer una guía sobre una correcta higiene postural para estaciones de trabajo que reduzca el riesgo de trastornos musculoesqueléticos por posturas forzadas.

### 2. Alcance

Este procedimiento va dirigido a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion que se encuentran expuestos a riesgos ergonómicos por posturas forzadas. Por lo que se pretende brindar una guía sobre buenas posturas de trabajo en los nuevos puestos de trabajo.

### 3. Responsables

#### Departamento de EHS

- Dar seguimiento a la implementación del presente procedimiento.
- Velar por el correcto cumplimiento de los establecido en este documento.

#### Departamento de Entrenamiento

- Entrenar al 100% del personal de los procesos productivos de Frame y Cushion.
- Estar informado y dar los soportes necesarios con las capacitaciones del personal operativo.
- Dar seguimiento a los entrenamientos pendientes.

Empresa de dispositivos médicos	Página 2 de 7
Procedimiento	Versión: A
Guía de higiene postural.	Código: HP

### Departamento de Producción

- Velar por el correcto cumplimiento de las recomendaciones planteadas en el documento.
- Corregir posturas incorrectas observadas en los trabajadores para prevenir trastornos musculoesqueléticos.

### Trabajadores de los procesos productivos de Frame y Cushion

- Acatar las instrucciones del procedimiento de higiene postural para estaciones de trabajo sentado y de pie.

#### 4. Documentación requerida

En el cuadro 3 se puede observar la documentación requerida para ejecutar este procedimiento.

Cuadro 3. Documentos requeridos para el procedimiento de higiene postural para estaciones de trabajo sentado y de pie.

Nombre de documento	Código	Tipo de registro	Lugar de archivo	Responsables
Formulario para verificar la higiene postural.	VHP-A	Digital e impreso.	Página web de la empresa de dispositivos médicos.	Departamento de EHS

Empresa de dispositivos médicos	Página 3 de 7
Procedimiento	Versión: A
Guía de higiene postural.	Código: HP

## 5. Definiciones

- Higiene postural: Es el conjunto de normas, cuyo objetivo es mantener la correcta posición del cuerpo, en quietud o en movimiento y así evitar posibles lesiones.
- Posturas incorrectas: Postura que puede aumentar el nivel de probabilidad de dolencias y trastornos musculoesqueléticos.
- Trastornos musculoesqueléticos: Es una lesión de los músculos, tendones, ligamentos, nervios, articulaciones, huesos o vasos sanguíneos de los brazos, piernas, cabeza, cuello o espalda que se producen o se agravan por tareas laborales.
- Abducción: Movimiento en que una parte del cuerpo se aleja del plano medio del cuerpo.

## 6. Procedimiento

El incumplimiento de las recomendaciones establecidas en este procedimiento puede incrementar el riesgo de trastornos y dolencias musculoesqueléticas a causa de posturas incorrectas en las estaciones de trabajo. Asimismo, cabe destacar que no existe un “paso a paso”, por lo que se presentan recomendaciones.

### Higiene postural para puestos de trabajo sentado

1. Pautas que seguir para una correcta higiene postural.
  - a. Miembros inferiores
    - Asegurar que los pies queden bien apoyados sobre el suelo o un descansa pies de manera en que estos no queden en el aire.
    - Colocar los muslos de forma que estén en posición horizontal respecto al cuerpo o formando un ángulo entre 90 y 110°.

Empresa de dispositivos médicos	Página 4 de 7
Procedimiento	Versión: A
Guía de higiene postural.	Código: HP

b. Tronco

- Colocar la espalda de forma que quede apoyada en su totalidad sobre el respaldo del asiento, manteniéndola recta y respetando las curvaturas naturales.

c. Miembros superiores

- Relajar los hombros.
- Trabajar con los codos al mismo nivel del plano de trabajo, de manera que se forme un ángulo de 90°, sin embargo, la altura de la mesa puede estar como máximo 5 cm aproximadamente más bajo que el nivel de codos.
- Ejecutar las tareas con las muñecas en posición neutral.

d. Cuello

- Mantener el cuello en posición neutral o en una flexión máxima de 20°.

En la figura 1 se puede observar las posiciones corporales recomendadas para disminuir el riesgo ergonómico por posturas forzadas.



Empresa de dispositivos médicos	Página 5 de 7
Procedimiento	Versión: A
Guía de higiene postural.	Código: HP



Figura 1. Postura recomendada para trabajo sentado.

Fuente: Asociación Kulunka Elkartea (s.f)

## 2. Acciones que se deben evitar

- Pies sin un apoyo firme.
- Trabajar lejos de la mesa de trabajo, pues esto puede incidir en inclinarse hacia adelante.
- Inclinarse en exceso la silla de manera que no se respete el rango 90 -110° de inclinación del respaldo de la silla.
- Giros parciales de cuello o tronco, así como la flexión.
- Torsión o inclinación lateral del tronco.
- Abducción de hombros.
- Elevación de los hombros.
- Planos de trabajo muy altos o bajos.
- Torsión o desviación lateral de las muñecas.
- Flexión de cuello con ángulos superiores a los 20°.
- Torsión o inclinación lateral del cuello.

Empresa de dispositivos médicos	Página 6 de 7
Procedimiento	Versión: A
Guía de higiene postural.	Código: HP

### Higiene postural para puestos de trabajo de pie.

1. Pautas que seguir para una correcta higiene postural.
  - a. Miembros inferiores
    - Colocar los pies bien apoyados sobre el suelo, con un soporte equilibrado en ambos pies.
    - Separar ligeramente sus pies para mejorar la estabilidad.
  - b. Tronco
    - Mantener la espalda recta respetando las curvaturas naturales.
  - c. Miembros superiores
    - Relajar los hombros
    - Mantener los codos al nivel del plano de trabajo, de manera que se forme un ángulo de 90°, sin embargo, la altura de la mesa puede estar como máximo 5 cm aproximadamente más bajo que el nivel de codos.
  - d. Cuello
    - Trabajar con el cuello en posición neutral o en una flexión máxima de 20°.

En la figura 3 se puede observar las posiciones corporales recomendadas para disminuir el riesgo ergonómico por posturas forzadas cuando se trabaja de pie.



Figura 3. Postura recomendada para trabajo de pie.

Fuente: Qualites Metrología y calidad (s.f)

Empresa de dispositivos médicos	Página 7 de 7
Procedimiento	Versión: A
Guía de higiene postural.	Código: HP

## 2. Acciones que se deben evitar

- Apoyar el peso del cuerpo en un solo pie, ya que puede causar posturas inestables.
- Colocar los pies demasiado juntos, dado que disminuye el equilibrio.
- Flexionar el tronco hacia adelante.
- Toser o inclinar lateralmente el tronco.
- Abducción de los hombros.
- Elevar los hombros.
- Planos de trabajo muy altos o bajos.
- Torsión o desviación lateral de las muñecas.
- Flexión de cuello con ángulos superiores a los 20° (ver figura 4).
- Torsión o inclinación lateral del cuello.

## 7. Anexos

Empresa de dispositivos médicos	Página 1 de 2
Formulario para verificar la higiene postural.	Versión: A
	Código: VHP

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Luis Alejandro Arroyo Fernández Estudiante de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.		

### 1. Responsables

#### Departamento de EHS

- Aplicar estos formularios de verificación de manera cuatrimestral para cuantificar el % de cumplimiento del procedimiento, esto ya que cada 4 meses se ejecutan reuniones gerenciales para dar estatus sobre ergonomía de la empresa de dispositivos médicos.
- Formular acciones en relación con el % de cumplimiento de acuerdo como lo indica la sección de seguimiento y control.

A continuación, en el cuadro 1 y 2 se brindan las listas de verificación para dar control a las posturas de trabajo de los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion.

Empresa de dispositivos médicos	Página 2 de 2
Formulario para verificar la higiene postural.	Versión: A
	Código: VHP

Cuadro 1. Lista de verificación de higiene postural para estación de trabajo sentado.

Lista de verificación de higiene de postura para estaciones sentado	Cumple	No cumple
1. Los pies están bien apoyados sobre el suelo o un descansa pies de manera en que estos no queden en el aire.		
2. Los muslos están en posición horizontal respecto al cuerpo o formando un ángulo entre 90 y 110°.		
3. La espalda está recta respetando las curvaturas naturales, asimismo, está apoyada en su totalidad sobre el respaldo del asiento.		
4. Los hombros están relajados.		
5. Los codos están al nivel del plano de trabajo, de manera que se forme un ángulo de 90° o 5 cm aproximadamente más arriba que el plano de trabajo.		
6. Las muñecas deben quedar en posición neutral.		
7. El cuello debe quedar en posición neutral o en una flexión máxima de 20°.		
Porcentaje de efectividad $\% \text{ de cumplimiento} = \frac{\text{cantidad de ítems cumplidos}}{\text{ítems totales}} \times 100$		

Cuadro 2. Lista de verificación de higiene postural para estación de trabajo sentado.

Lista de verificación de higiene de postura para estaciones sentado	Cumple	No cumple
1. Los pies están bien apoyados sobre el suelo, con un soporte equilibrado en ambos pies.		
2. Los pies están ligeramente separados para mejorar la estabilidad.		
3. La espalda está recta respetando las curvaturas naturales.		
4. Los hombros están relajados.		
5. Los codos están al nivel del plano de trabajo, de manera que se forme un ángulo de 90° o 5 cm aproximadamente más arriba que el plano de trabajo.		
6. Las muñecas deben quedar en posición neutral.		
7. El cuello debe quedar en posición neutral o en una flexión máxima de 20°.		
Porcentaje de efectividad $\% \text{ de cumplimiento} = \frac{\text{cantidad de ítems cumplidos}}{\text{ítems totales}} \times 100$		

Empresa de dispositivos médicos	Página 1 de 5
Procedimiento de rotación laboral	Versión: A
	Código: RL

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Luis Alejandro Arroyo Fernández Estudiante de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.		

### 1. Objetivo

Reducir el tiempo de exposición laboral a riesgos ergonómicos presentes en los procesos productivos de Frame y Cushion mediante un sistema de rotación laboral.

### 2. Alcance

Este procedimiento va dirigido a los líderes de producción. Por lo que se pretende brindar una guía de rotación a los colaboradores de manera que se reduzca el tiempo de exposición a riesgos ergonómicos.

### 3. Responsables

#### Departamento de EHS

- Dar seguimiento a la implementación del presente procedimiento.
- Velar por el correcto cumplimiento de lo establecido en este documento.

#### Departamento de Entrenamiento

- Entrenar al 100% de los líderes de producción sobre el sistema de rotación laboral.
- Estar informado y dar los soportes necesarios con las capacitaciones del personal operativo.
- Dar seguimiento a los entrenamientos pendientes.
- Certificar a los trabajadores en los diferentes procesos productivos para poder cumplir el sistema de rotación planteado.

Empresa de dispositivos médicos	Página 2 de 5
Procedimiento de rotación laboral	Versión: A
	Código: RL

### Departamento de Producción

- Velar por el correcto cumplimiento de lo planteado en el documento.
- Acatar las recomendaciones de rotación laboral presentes en el procedimiento.
- Brindar los espacios necesarios para certificar al personal en otros procesos productivos.
- Definir una fecha en que se pueda comenzar con el sistema de rotación.

### Trabajadores de los procesos productivos de Frame y Cushion

- Acatar las instrucciones del procedimiento de rotación laboral
- Comentar a los líderes si pasan más de una semana en procesos productivos de riesgo elevado.

#### 4. Documentación requerida

En el cuadro 1 se puede observar la documentación requerida para ejecutar este procedimiento.

Cuadro 1. Documentos requeridos para el procedimiento de rotación laboral.

Nombre de documento	Código	Tipo de registro	Lugar de archivo	Responsables
Formulario para verificar la rotación laboral.	VRL-A	Digital e impreso.	Página web de la empresa de dispositivos médicos.	Departamento de EHS

Empresa de dispositivos médicos	Página 3 de 5
Procedimiento de rotación laboral	Versión: A
	Código: RL

## 1. Definiciones

**Nivel de riesgo ergonómico:** Categoría del riesgo presente en la estación de trabajo producto de la evaluación ergonómica, el cual se divide en dos niveles:

- **Riesgo Alto (Rojo):** Condiciones ergonómicas del proceso productivo que pueden generar consecuencias significativas.
- **Riesgo moderado (Amarillo):** Condiciones ergonómicas del proceso productivo que indican que el riesgo está presente, pero existen medidas preventivas.
- **Riesgo bajo (Verde):** Condiciones ergonómicas del proceso productivo que indican que el riesgo es aceptable.

**Rotación de puesto:** Intercambio de puestos de trabajo entre dos o más personas, para mitigar el impacto ergonómico de las operaciones riesgosas en los colaboradores.

## 2. Procedimiento

A continuación, mediante el cuadro 2, se indica el nivel de riesgo de los procesos productivos de Frame y Cushion.

Cuadro 2. Nivel de riesgo ergonómico por cada proceso productivo.

Proceso productivo	Nivel de riesgo	Color asignado
Frame	Alto	Rojo
Cushion	Alto	Rojo
Cushion horizontal	Bajo	Verde
Faceplate	Bajo	Verde
Termoplástico	Bajo	Verde
Flapper	Bajo	Verde

Nota: Los procesos productivos de Cushion Horizontal, Faceplate, Termoplástico y Flapper, fueron evaluados mediante REBA ya que son estaciones de trabajo de pie, además, su puntuación, nivel de riesgo y actuación se pueden ver en el apéndice 25.



Empresa de dispositivos médicos	Página 4 de 5
Procedimiento de rotación laboral	Versión: A
	Código: RL

Además, es importante resaltar que estos procesos no fueron parte del análisis de la situación actual, sin embargo, era necesario evaluarlos para poder llevar a cabo el plan de rotación para los procesos de Frame y Cushion.

De acuerdo con la información anterior se establece el siguiente plan de rotación:

Plan de rotación

- Previo a la implementación del plan de rotación, se deben entrenar a todos los colaboradores en todas las operaciones, para que sea posible la rotación a otros procesos
- Los líderes de producción deben definir una semana antes el proceso productivo al que irán los colaboradores, con base al nivel de riesgo ergonómico de cada proceso productivo y las regiones del cuerpo implicadas.
- La rotación se ejecutará de manera que el tiempo máximo de trabajo en los procesos productivos de Frame y Cushion sea una semana, posteriormente, los colaboradores deben laborar en operaciones de riesgo bajo.
- En caso de que los colaboradores tengan restricciones ergonómicas, su rotación laboral será permitida únicamente en los procesos previamente recomendados por el departamento de EHS y Consultorio Médico Laboral.
- Se deben ejecutar seguimiento y control, mediante el documento “Formulario para verificar la rotación laboral”.

Empresa de dispositivos médicos	Página 5 de 5
Procedimiento de rotación laboral	Versión: A
	Código: RL

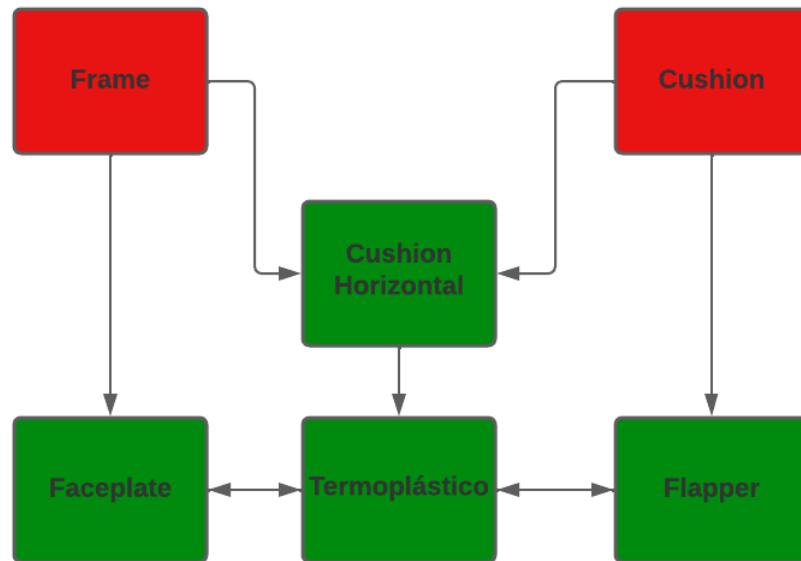


Figura 1. Diagrama de rotación laboral para los procesos productivos

En la figura 1 se detalla de manera gráfica la forma en que se puede rotar al personal de Frame y Cushion, con el objetivo de reducir el tiempo de exposición laboral a riesgos ergonómicos presentes en los procesos productivos.

#### Prohibiciones

- Según lo recomendado por CML no se permite dos semanas seguidas en Frame y Cushion.
- No se puede rotar de Frame a Cushion, o viceversa, se debe rotar a otros procesos de acuerdo con la disponibilidad de espacio.
- Si las personas vienen de una incapacidad por lesiones musculoesqueléticas, no deben laborar por una semana en los procesos de Frame y Cushion.

### 3. Anexos

Empresa de dispositivos médicos	Página 1 de 1
Formulario para verificar la rotación laboral.	Versión: A
	Código: VRL

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Luis Alejandro Arroyo Fernández Estudiante de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.		

### 1. Responsables

#### Departamento de EHS

- Aplicar estos formularios de verificación de manera cuatrimestral para cuantificar el % de cumplimiento del procedimiento, esto ya que cada 4 meses se ejecutan reuniones gerenciales para dar estatus sobre ergonomía de la empresa de dispositivos médicos.
- Formular acciones en relación con el % de cumplimiento de acuerdo como lo indica la sección de seguimiento y control.

Lista de verificación de rotación laboral	Cumple	No cumple
Líderes		
1. ¿El líder encargado tiene el plan de rotación de la siguiente semana?		
Trabajadores		
2. ¿El trabajador tiene certificaciones en operaciones de todos los niveles de riesgo?		
3. ¿En trabajador estuvo máximo una semana en operaciones de riesgo elevado?		
4. ¿El trabajador rotó de una operación de riesgo elevado a una de riesgo bajo?		
5. ¿El trabajador está laborando en una estación de riesgo bajo luego de una incapacidad por lesiones musculoesqueléticas?		
Porcentaje de efectividad		
$\% \text{ de cumplimiento} = \frac{\text{cantidad de ítems cumplidos}}{\text{ítems totales}} \times 100$		

Empresa de dispositivos médicos	Página 1 de 5
Procedimiento	Versión: A
Guía de pausas activas	Código: PA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Luis Alejandro Arroyo Fernández Estudiante de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.		

### 1. Objetivo

Implementar una guía de pausas activas en los procesos productivos de Frame y Cushion para la prevención de trastornos musculoesqueléticos.

### 2. Alcance

Este procedimiento va dirigido a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion que se encuentran expuestos a riesgos ergonómicos. Por lo que se pretende brindar una guía para que los colaboradores realicen pausas activas al terminar una hora de labores en la estación de trabajo uno.

### 3. Responsables

#### Departamento de EHS

- Dar seguimiento a la implementación del presente procedimiento.
- Velar por el correcto cumplimiento de lo establecido en este documento.
- Brindar infografías que permitan recordar los estiramientos para las pausas activas (ver apéndice 26).

#### Departamento de Entrenamiento

- Entrenar al 100% de los colaboradores sobre los estiramientos de las pausas activas
- Estar informado y dar los soportes necesarios con las capacitaciones del personal operativo.

Empresa de dispositivos médicos	Página 2 de 5
Procedimiento	Versión: A
Guía de pausas activas	Código: PA

- Dar seguimiento a los entrenamientos pendientes.

#### Departamento de Producción

- Velar porque los colaboradores ejecuten las pausas activas una vez bajen de la estación de trabajo uno.
- Cumplir con lo estipulado en este procedimiento.

#### Trabajadores de los procesos productivos de Frame y Cushion

- Acatar las instrucciones del procedimiento.

#### 4. Documentación requerida

En el cuadro 1 se puede observar la documentación requerida para ejecutar este procedimiento.

Cuadro 1. Documentos requeridos para el procedimiento de rotación laboral.

Nombre de documento	Código	Tipo de registro	Lugar de archivo	Responsables
Formulario para verificar la ejecución efectiva de pausas activas.	VPA-A	Digital e impreso.	Página web de la empresa de dispositivos médicos.	Departamento de EHS

#### 5. Definiciones

- Pausas activas: Consiste en la utilización de varias técnicas en periodos cortos (2 minuto), durante la jornada laboral con el objetivo de activar la respiración, la circulación sanguínea y la energía corporal para prevenir trastornos musculoesqueléticos.

Empresa de dispositivos médicos	Página 3 de 5
Procedimiento	Versión: A
Guía de pausas activas	Código: PA

- Trastornos musculoesqueléticos: Es una lesión de los músculos, tendones, ligamentos, nervios, articulaciones, huesos o vasos sanguíneos de los brazos, piernas, cabeza, cuello o espalda que se producen o se agravan por tareas laborales.

## 6. Procedimiento

A continuación, se presentan 4 ejercicios que se deben ejecutar al finalizar una hora de trabajo en la estación de trabajo uno de los procesos productivos de Frame y Cushion para prevenir trastornos musculoesqueléticos. El tiempo de duración de la pausa activa corresponde a dos minutos.

Nota: Los ejercicios propuestos a continuación, están validados por el profesional en fisioterapia del CML

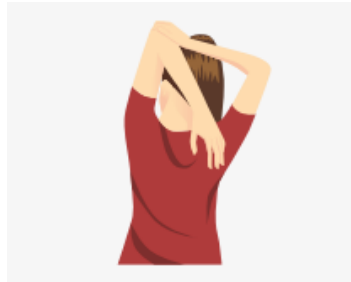
1. Flexione el cuello de manera lenta hasta que sienta una **leve** tensión, sostenga por **10 segundos**. Ahora ejecútelo de la misma manera, pero tirando el cuello hacia atrás.



Fuente: AXA COLPATRIA. (2021)

2. De pie, con los brazos sobre la cabeza, sostenga un codo con la mano del otro brazo. Lentamente, tire el codo hacia el cuello, mantenga **15 segundos**. Hágalo a ambos lados.

Empresa de dispositivos médicos	Página 4 de 5
Procedimiento	Versión: A
Guía de pausas activas	Código: PA



Fuente: AXA COLPATRIA. (2021)

3. Lleve hacia adelante la mano y voltee hacia abajo todos los dedos, con ayuda de la otra mano ejerciendo un poco de presión hacia atrás durante **15 segundos**.



Fuente: AXA COLPATRIA. (2021)

4. Levante la rodilla hasta donde le sea posible y sostenga esta posición durante **15 segundos**. Mantenga recta la espalda y la pierna de apoyo. Hágalo con ambas piernas.



Fuente: AXA COLPATRIA. (2021)

Empresa de dispositivos médicos	Página 5 de 5
Procedimiento	Versión: A
Guía de pausas activas	Código: PA

## 7. Información complementaria

### Beneficios de las pausas activas

- Disminuyen el estrés y la sensación de fatiga tanto visual como corporal.
- Previenen enfermedades músculo esqueléticas.
- Estimulan y favorecen la circulación sanguínea.
- Mejoran la capacidad de concentración.
- Mejoran el desempeño laboral.

### ¿Qué debe tener en cuenta para realizar las pausas activas?

- No es necesario retirarse del puesto de trabajo.
- Mantener siempre una postura de relajación.
- No se debe presentar dolor.
- Realizar los ejercicios de manera suave y pausada.



## 8. Anexos

Empresa de dispositivos médicos	Página 1 de 1
Formulario para verificar la ejecución efectiva de pausas activas.	Versión: A
	Código: VPA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Luis Alejandro Arroyo Fernández Estudiante de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.		

### 1. Responsables

#### Departamento de EHS

- Aplicar estos formularios de verificación semanalmente para cuantificar el % de cumplimiento del procedimiento.
- Formular acciones en relación con el % de cumplimiento de acuerdo como lo indica la sección de seguimiento y control.

Lista de verificación de pausas activas.	Cumple	No cumple
¿Se tienen las infografías visibles en el área de trabajo?		
¿Los líderes están verificando que los colaboradores ejecuten las pausas activas?		
¿Los colaboradores realizan las pausas activas luego de bajar de la estación de trabajo uno?		
¿La pausa activa se está ejecutando en el tiempo establecido?		
¿Se están realizando las tres pausas activas establecidas?		
Porcentaje de efectividad $\% \text{ de cumplimiento} = \frac{\text{cantidad de ítems cumplidos}}{\text{ítems totales}} \times 100$		

### 3. Controles ingenieriles para la exposición por calor

#### a. Objetivo

Reducir los niveles de temperatura en los procesos productivos de Frame y Cushion.

#### b. Alcance

Los controles ingenieriles van dirigidos a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion que se encuentran expuestos a calor. Por lo que se pretende mejorar la ventilación del local, de manera que el aire frío del entorno sea percibido por los colaboradores.

#### c. Responsables

##### Gerente general

- Aprobar el presupuesto para los controles ingenieriles seleccionados
- Dar seguimiento a la implementación de los controles ingenieriles seleccionados

##### Gerente de unidad de negocio

- Aprobar los recursos necesarios para la aplicación de los controles ingenieriles

##### Departamento de EHS

- Dar seguimiento y control a la implementación de los controles ingenieriles seleccionados

##### Departamento de Real State

- Coordinar la instalación de los ventiladores en las facilidades
- Brindar mantenimiento preventivo y correctivo cuando sea necesario.

d. Propuestas de controles ingenieriles de riesgos por exposición a calor

A continuación, se detallan las alternativas de solución a las condiciones termo higrométricas que están causando porcentajes de hasta un 50% de insatisfacción laboral en las estaciones de trabajo uno de los procesos productivos de Frame y Cushion.

1. Alternativas de solución para mejorar la ventilación

a. Cortina de aire de instalación horizontal

Esta alternativa consiste en la instalación de cortinas de aire (ver figura 10) las cuales poseen un difusor lineal regulable a 15° en ambas direcciones. Ahora bien, este sistema de ventilación será colocado en la parte superior de las máquinas de moldeo entre la plataforma de trabajo en la estación uno y el molde de manera que forme una barrera entre el aire caliente incidido por el molde y los colaboradores. Sin embargo, para lograr dicha instalación se requiere una reestructuración de la cabina de la máquina de moldeo, pues la actual no resiste el peso de la cortina de aire (63 kg), lo que implica un gasto de 153 000 colones por máquina, más mano de obra.



Fijación con ángulo al techo/pared

Figura 19. Cortina de aire con fijación a la cabina de las máquinas de moldeo

Fuente: Airtechnics (2022)

Ahora bien, respecto con la información del cuadro 18, se observa que la longitud de la cortina seleccionada se ajusta muy bien a las dimensiones de la abertura de la cabina del molde (1540mm), asimismo, el producto está compuesto de materiales duraderos, lo cual incrementa la vida útil de los equipos. Además, con base al cuadro 19, se puede ver que el nivel máximo de ruido es 56 dBA a máxima potencia.

Cuadro 36. Características de diseño de la cortina de aire con fijación a la cabina de las máquinas de moldeo

Descripción	Especificación
Modelo	RUND M 1500 A
Distribuidor	Airtécnicos
Dimensiones	45,3 cm (Diámetro de la cortina) 1525 mm (Longitud de la cortina)
Materiales	Acero galvanizado, acabado con pintura epoxi-poliéster Difusores lineales de descarga con lamas de aluminio
Características	Posee un sistema de ventilación centrifugo de bajo nivel sonoro con regulación de 5 velocidades mediante un control de pared o control remoto.
Mantenimiento	Limpieza y mantenimientos preventivos generales
Precio por unidad	\$ 2 518.50
Cantidad requerida	20
Precio de importación	\$ 4378, 8
Precio de instalación	\$ 26 815.03
Costo final	\$ 81 563,83

Cuadro 37. Datos técnicos de la RUND 1500A

Modelo	Caudal (m3/h)	Potencia ventilador (kW)	Intensidad de ventilador (A)	Nivel sonoro dB (A)	Peso (Kg)
RUND	2640 con 5 regulaciones	0,424	1,88	56	63

#### b. Ventilador en paredes del área

Esta propuesta de control consiste en implementar un sistema de ventilación mediante ventiladores PIVOT (ver figura 11), que poseen un flujo de aire que brinda una cobertura de hasta 37 metros de distancia (ver anexo 6). Ahora bien, para su instalación se pretende colocar dispositivos de seguridad tales como retenedores aerodinámicos y cables de alta resistencia para asegurar el anclaje del ventilador.

Cabe destacar que para esta propuesta se plantea instalar 2 ventiladores tal como se puede observar en la figura 12, con el objetivo de tener un flujo de aire a lo largo del local de trabajo.



Figura 20. Ventilador de pared Pivot

Fuente: Big Ass Fans

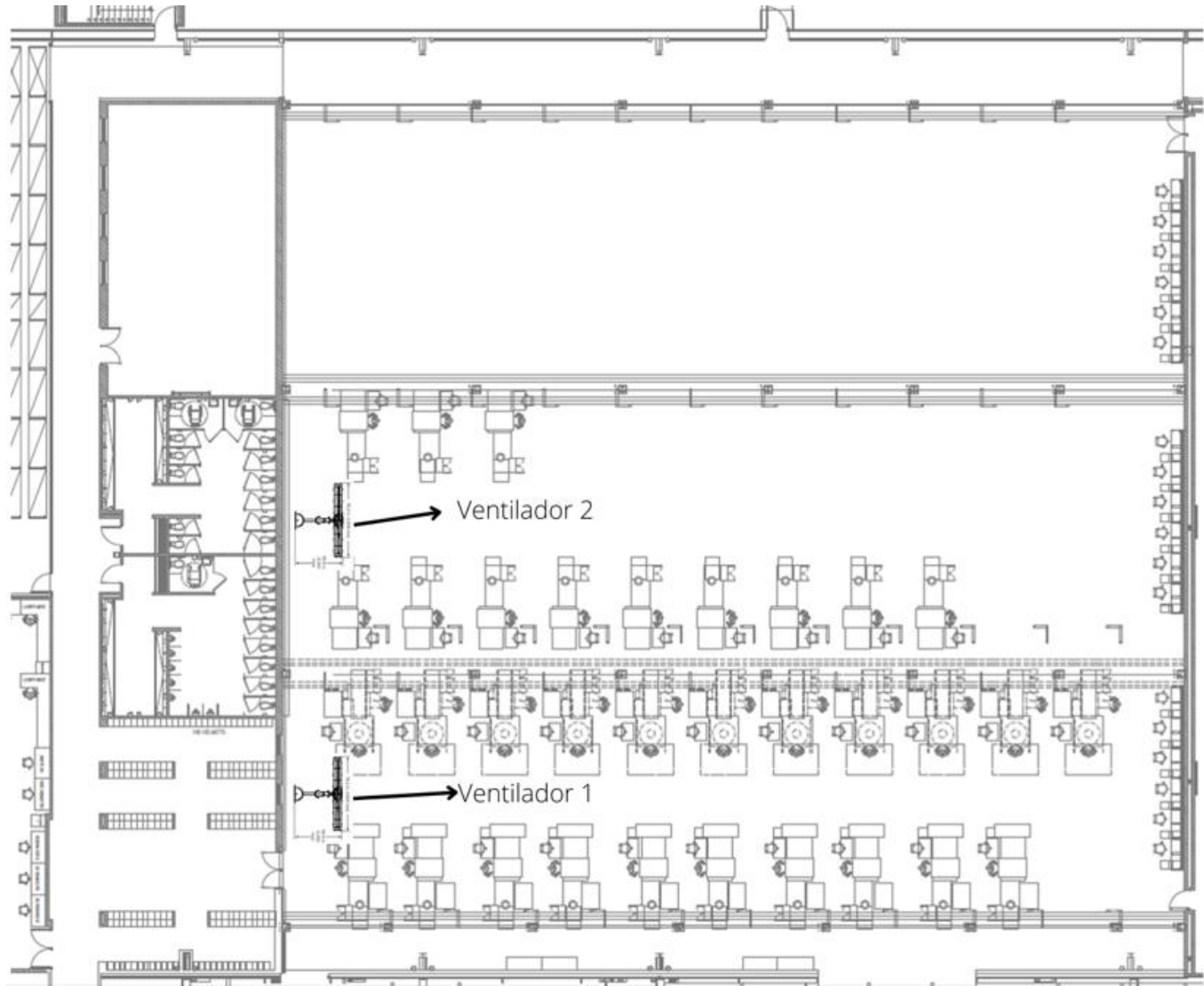


Figura 21. Localización de los ventiladores Pivot

Respecto a las características (ver cuadro 20), el ventilador posee un diámetro de casi 2 metros, lo cual permite un rango de cobertura amplio, a la vez, dada la calidad de los materiales, el motor brinda un rendimiento silencioso y con poco mantenimiento.

Cuadro 38. Características de diseño del ventilador Pivot

Descripción	Especificación
Modelo	F-PV2-0601
Distribuidor	Big Ass Fan
Dimensiones	193,4 cm de diámetro total 35,3 cm de profundidad de la jaula de metal 129,3 cm de profundidad con la columna instalada
Materiales	Aluminio Acero
Características	Regulación de 11 velocidades Rendimiento suave y silencioso, de velocidad ajustable mediante un controlador de pared
Mantenimiento	Limpieza y mantenimientos preventivos mínimos por la calidad en materiales
Precio por unidad Pivot	\$ 5 529,00
Cantidad requerida	2
Precio de importación	\$ 1546,5
Precio de instalación	\$ 13 179,64
Costo final	\$ 25 784,14

Asimismo, en el cuadro 21 se observan a mayor detalle las especificaciones técnicas del equipo tal como el nivel sonoro a máxima velocidad, peso y RPM.

Cuadro 39. Datos técnicos del ventilador Pivot

Modelo	Suministro de energía	Amperaje	Velocidad máxima	Potencia máxima	Peso	Nivel de sonido a máxima velocidad
F-PV2-0601	110-125 VAC, 1 $\Phi$ , 50/60 Hz, 15 A	7,8 – 7,1 A	300 RPM	460 W	51,7 kg	78,2 dBA

### c. Ventiladores en postes

Otra manera de mejorar las condiciones térmicas es mediante la instalación de ventiladores AIREYE (ver figura 13), los cuales cuentan con un alcance de hasta 36 m, asimismo, estos al poseer un sistema de sincronizado, va a permitir que desde un

mismo centro de comando se controlen otros ventiladores AirEye, generando un flujo de aire uniforme y estandarizado a lo largo de toda el área productiva.

A su vez, este equipo, tendrá un sensor de ocupación de detección infrarroja y sensores de temperatura, para automatizar el funcionamiento del ventilador de modo que se enciende cuando detecta calor o movimiento y se apaga cuando no sea requerido. Cabe destacar que estos serán colocados en las bases estructurales de la unidad de negocio a una altura de 4 m tal como se puede ver en la figura 14.



Figura 22. Ventilador AirEye con control inteligente.

Fuente: Big Ass Fans (s.f)

En cuanto a las especificaciones, como se puede observar en el cuadro 22 y 23, a máxima potencia se tiene un nivel de ruido de 72 dBA y su motor a máxima velocidad llega a los 950 RPM, sin embargo, estos no serán usados a máxima potencia para evitar inconfort por la velocidad del aire y ruido, así como proyección de documentación de producción.



Cuadro 40. Características de diseño del ventilador AirEye

Descripción	Especificación
Modelo	F-AE1 36
Distribuidor	Big Ass Fan
Dimensiones	91,4 cm de diámetro total 49,5 cm de profundidad de la jaula de metal + motor 100,4 cm de profundidad con el montaje de pared instalado
Materiales	No indican
Características	Sistemas de tres aspas aerodinámicas equilibradas que permiten un funcionamiento silencioso y un flujo de aire óptimo con ahorro eficiente de energía
Mantenimiento	Limpieza y mantenimientos preventivos mínimos por la calidad en materiales
Precio por unidad	\$ 1449,00
Cantidad requerida	20
Precio de importación	\$ 1856,78
Precio de instalación	\$ 21 833,03
Costo final	\$ 52 669,81

Cuadro 41. Datos técnicos del ventilador AirEye

Modelo	Suministro de energía	Amperaje	Velocidad máxima	Potencia máxima	Peso	Nivel de sonido a máxima velocidad
F-AE1 36	100–120 VAC, 1 $\Phi$ , 50/60 Hz	9,7 A	950 RPM	711 W	30,4 kg	72 dBA

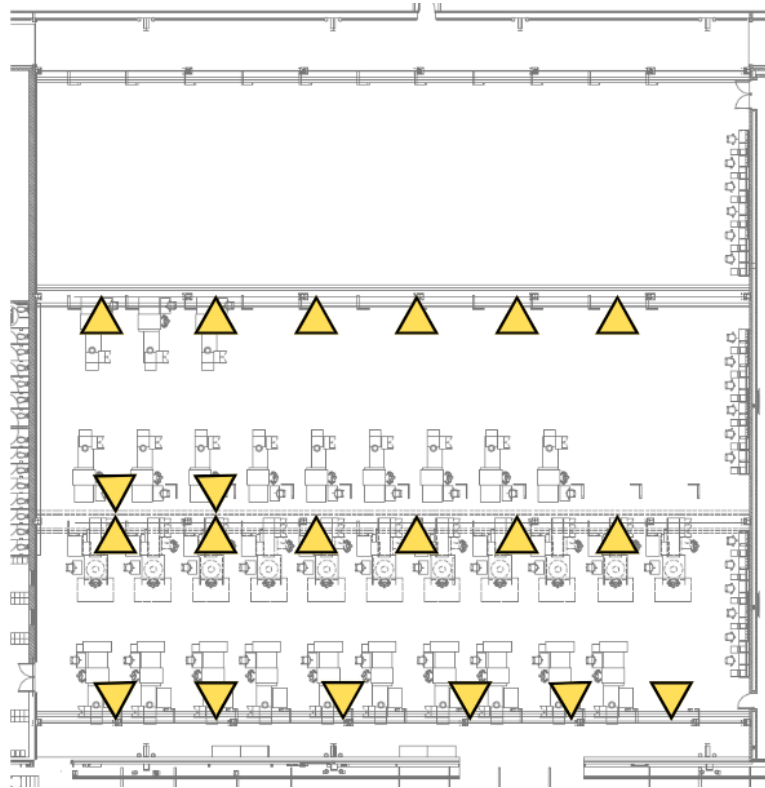


Figura 23. Distribución de ventiladores AirEye

## 2. Alternativas de solución para aislar la fuente

### a. Aislante adhesivo al molde

Esta propuesta consiste en colocar en los moldes un aislante adhesivo (ver figura 15) en la parte frontal y lateral de los moldes para así reducir el calor radiante emitido por estos equipos. A su vez, para su instalación se deben ejecutar cortes para no obstruir los orificios del molde. En el cuadro 24 se puede observar las características de este aislante.

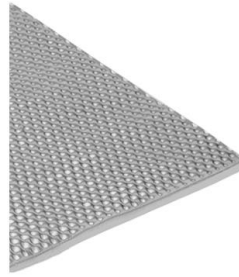


Figura 24. Aislante adhesivo

Fuente: McMaster-Carr (2022)

Cuadro 42. Características de diseño del aislante adhesivo

Descripción	Especificación
Modelo	4580N12
Distribuidor	McMaster-Carr
Dimensiones	51 cm (largo) x 46 cm (ancho), 14 cm (altura) Cushion 50 cm (largo) x 46 cm (ancho), 12 (altura) Frame
Materiales	Fibra de vidrio
Características	1750 °F temperatura máxima R: 0,04 Semi rígido
Precio por unidad	\$ 52,14
Cantidad requerida	20
Costo final	\$ 1042,8

b. Placas aislantes de sujeción por imán

Complementario al sistema de ventilación, se colocará en la parte frontal de los moldes una placa de aislante térmico que tiene incluido un imán para fijarse al molde, y sea retirando fácilmente cuando los técnicos de mantenimiento lo requieran (ver figura 16 y 17).

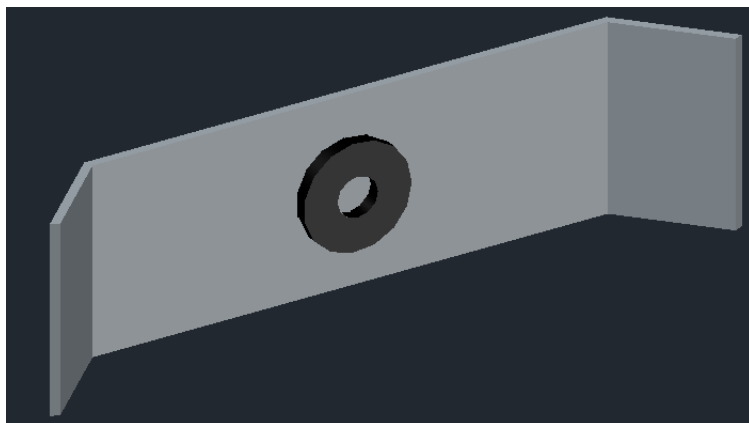


Figura 25. Placa aislante con imán de sujeción para molde Cushion

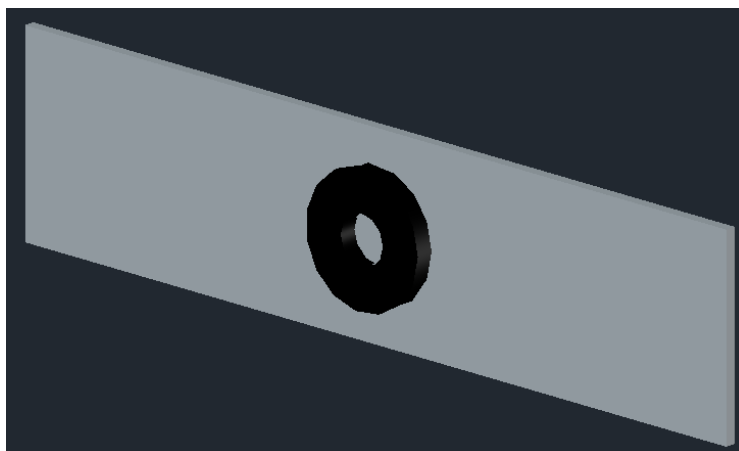


Figura 26. Placa aislante con imán de sujeción para molde Frame

Asimismo, en el cuadro 25 se puede observar las características de este aislante.

Cuadro 43. Características de diseño de la placa aislante frontal con fijación de imán

Descripción	Especificación
Modelo	93015K66 (Hoja de poliimida) 5856K16 (Imán de cerámica)
Distribuidor	Diseño propio con materiales de McMaster-Carr
Dimensiones de las placas aislantes	50 cm (largo) x 14 cm (alto) Cushion 51 cm (largo) x 12 cm (alto) Frame
Materiales	Poliimida Cerámica (imán)
Características	550 °F temperatura máxima R: 0.015 W/mK
Precio por unidad	\$ 159.64
Cantidad requerida	5 placas y 20 imanes
Costo final	\$ 935

c. Cobertor térmico

Esta alternativa consiste en el diseño de un cobertor térmico que cubre frontal y lateralmente de forma que envuelve un 75% la fuente de calor, asimismo, este sistema aislante tiene incluido tres imanes para una fijación segura al molde, de manera que se acople bien al equipo pero que pueda ser removido fácilmente cuando los técnicos de mantenimiento lo requieran (ver figura 18 y 19).

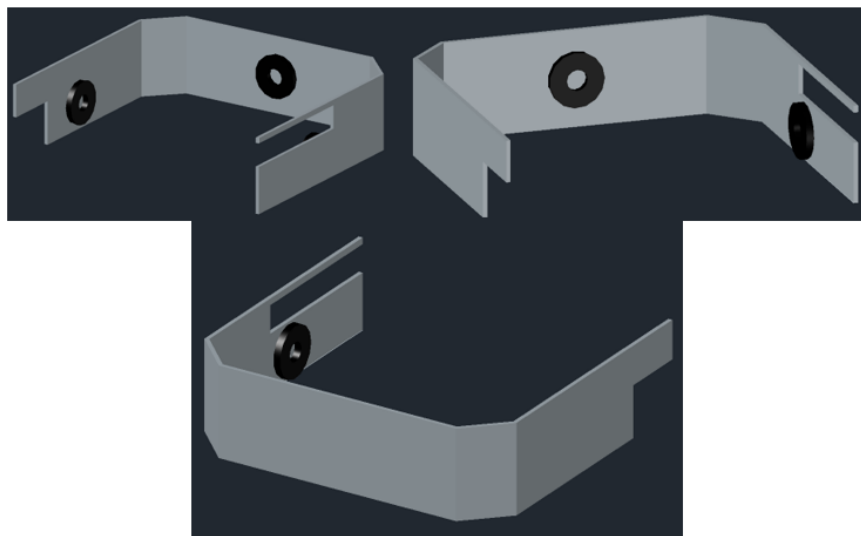


Figura 27. Cobertor térmico con imán de sujeción para molde Cushion

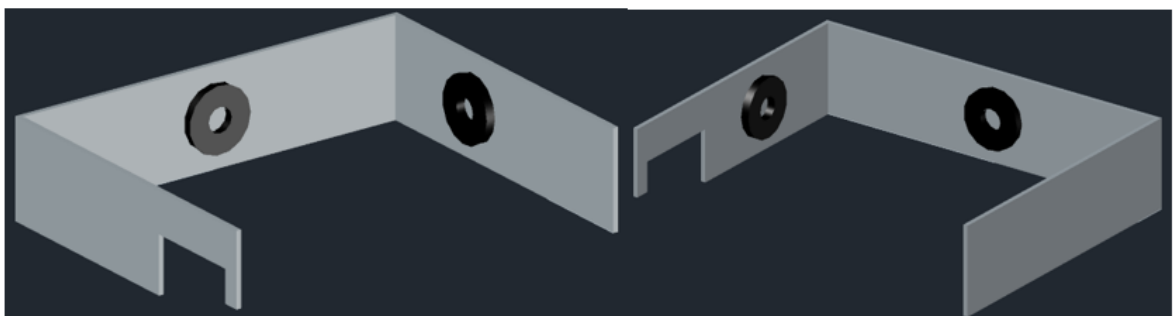


Figura 28. Cobertor térmico con imán de sujeción para molde Frame

Asimismo, en el cuadro 26 se puede observar las características de este cobertor.

Cuadro 44. Características de diseño del cobertor aislante con fijación de imán

Descripción	Especificación
Modelo	93015K66 (Hoja de poliimida) 5856K16 (Imán de cerámica)
Distribuidor	Diseño propio con materiales de McMaster-Carr
Dimensiones de los cobertores	51 cm (largo) x 46 cm (ancho), 14 cm (altura) Cushion 50 cm (largo) x 46 cm (ancho), 12 (altura) Frame
Materiales	Poliimida Cerámica (imán)
Características	550 °F temperatura máxima R: 0.015 W/mK
Precio por unidad	\$ 177,88
Cantidad requerida	20
Costo final	\$ 1299,8

#### Equipos complementarios para las propuestas de control de exposición a calor

De manera complementaria a las propuestas de control, se instalarán dos dispensadores de agua (ver figura 20) en la unidad de negocio en los extremos del área (ver figura 21) para que los colaboradores se hidraten como lo indica el procedimiento de hidratación (H-A). Se debe mencionar que estos equipos requieren la instalación de tuberías de agua potable, pues su funcionamiento no es mediante recarga de bidones, sin embargo, esto evita la compra de bidones cada cierto periodo de tiempo. Conjuntamente, en el cuadro 27 se pueden ver las diferentes características de este equipo.



Figura 29. Dispensador de agua + pura

Fuente: + Pura

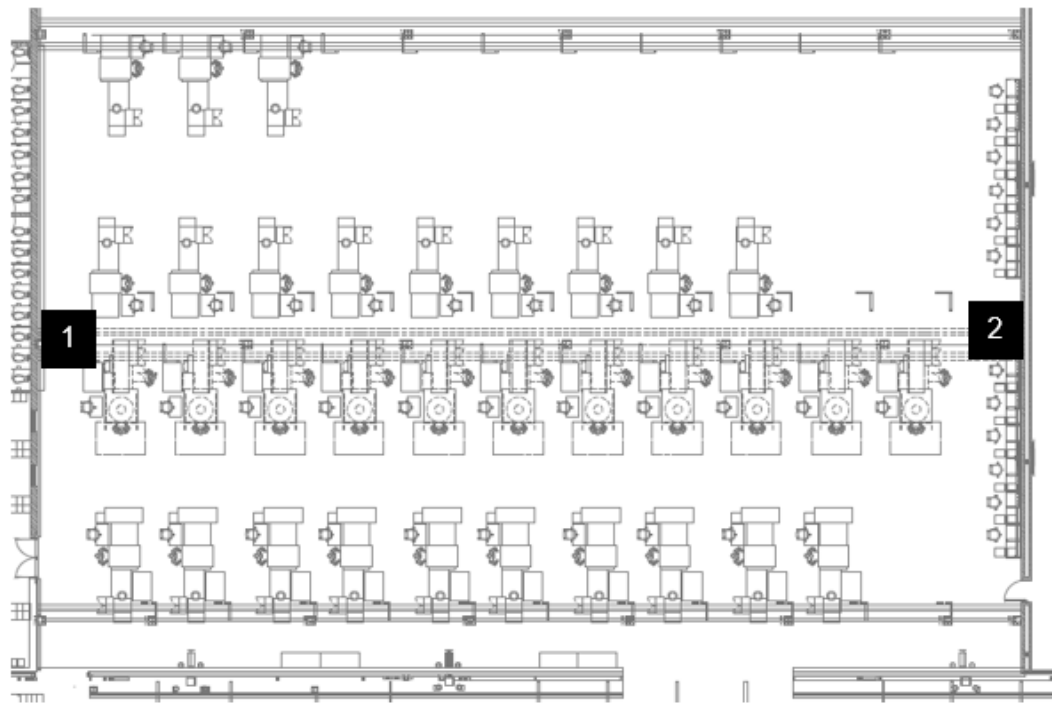


Figura 30. Distribución de los dispensadores de agua

Cuadro 45. Características de diseño del dispensador de agua + pura.

Descripción	Especificación
Dimensiones	380 mm (ancho) 340 mm (profundidad) 1140 mm (Altura)
Materiales	Acero y plástico
Características	Modo ahorro de energía Detector de fugas Depósito de reserva de 11 litros
Mantenimiento	Cada 3 meses un técnico de +pura da mantenimiento preventivo
Precio por alquiler	\$ 62,50
Cantidad requerida	2
Precio de instalación	\$ 2 526, 50
Alquiler por mes	\$ 125



### Criterios de comparación de alternativas de solución para el sistema de ventilación y el aislante térmico.

Para conocer la propuesta de control ingenieril más apropiada para las condiciones térmicas de las estaciones de trabajo uno de los procesos productivos de Frame y Cushion, se debió diseñar una matriz multicriterio (ver cuadro 28) con una escala de puntuación del uno al tres, donde tres es la mejor puntuación, en la cual se consideró los aspectos económicos, ambientales, salud y seguridad, culturales, sociales y estándares aplicables para la selección de las propuestas. Asimismo, se incluye la calidad del producto, pues los controles podrían afectar la calidad del producto y el proceso productivo, así como la facilidad de instalación.

Cuadro 46. Escala de comparación de las propuestas de solución para el sistema de ventilación

Puntuación	Salud y seguridad	Ambiente	Económico	Sociocultural	Calidad	Facilidad de instalación	Estándares aplicables
1	La propuesta de control no genera mejoras en el confort térmico de los colaboradores.	Los materiales del equipos son de baja calidad y se tiene un consumo energético importante	La alternativa posee el costo más elevado entre las alternativas	El ruido y la velocidad del aire puede crear incomfort, asimismo, el control beneficiaria a pocos colaboradores.	La ventilación generada por los equipos y el material aislante afectaría la calidad del producto y el proceso productivo.	La dificultad de instalación de los equipos es elevada y se requiere que las máquinas se detengan.	N/A
2	La propuesta de control genera mejoras parciales en el confort térmico de los colaboradores.	Los materiales del equipo son de calidad intermedia y se tiene un consumo energético intermedio	La alternativa posee el costo intermedio entre alternativas	El ruido y la velocidad del aire puede crear parcialmente incomfort, asimismo, el control beneficiaria a algunos colaboradores	La ventilación generada por los equipos y el material aislante podría afectar la calidad del producto y el proceso productivo.	La dificultad de instalación de los equipos es intermedia y no se ocupan detener máquinas.	N/A
3	La propuesta de control genera mejoras en el confort térmico de los colaboradores.	Los materiales del equipo son de calidad alta y se tiene un consumo energético bajo.	La alternativa posee el costo más bajo entre las alternativas	El ruido y la velocidad del aire no crean incomfort, asimismo, el control beneficiaria a todos colaboradores.	La ventilación generada por los equipos no afecta la calidad del producto y el proceso productivo.	La dificultad de instalación de los equipos es baja y no se ocupan detener las máquinas.	N/A

Cuadro 47. Matriz multicriterio para las propuestas de solución para el sistema de ventilación.

Propuesta	Salud y seguridad	Ambiente	Económico	Sociocultural	Calidad del producto.	Facilidad de instalación	Estándares aplicables	Puntuación total
1	Puntos: 3 (La ventilación de las cortinas de aire genera mejorías en el confort térmico de los colaboradores)	Puntos: 2 (Los materiales del equipo son de alta calidad, sin embargo, se tiene un consumo energético intermedio)	Puntos: 1 (La alternativa posee el costo más elevado entre las alternativas \$ 81 563,83)	Puntos 2: (El ruido y la velocidad del aire de las cortinas pueden crear parcialmente incomfort, asimismo, el control beneficiaria a algunos colaboradores)	Puntos: 2 (La ventilación generada por los equipos podría afectar la calidad del producto y el proceso productivo)	Puntos 1: (La dificultad de instalación de las cortinas de aire es elevada y se requiere que las máquinas se detengan)	N/A	11
2	Puntos: 3 (La ventilación de los ventiladores Pivot genera mejorías en el confort térmico de los colaboradores)	Puntos: 3 (Los materiales del ventilador Pivot son de alta calidad y se tiene un consumo energético bajo.)	Puntos: 3 (La alternativa posee el costo más bajo entre las alternativas \$25 784,14)	Puntos: 1 (El ruido y la velocidad del aire del ventilador Pivot puede crear incomfort, asimismo, el control beneficia a pocos colaboradores)	Puntos: 3 (La ventilación generada por los equipos no afecta la calidad del producto y el proceso productivo)	Puntos: 2 (La dificultad de instalación de los ventiladores Pivot es intermedia y no se ocupan detener máquinas)	N/A	15

3	Puntos: 3 (La ventilación de los ventiladores AirEye genera mejorías en el confort térmico de los colaboradores)	Puntos: 3 (Los materiales del ventilador AirEye son de calidad alta y se tiene un consumo energético bajo.)	Puntos: 2 (La alternativa posee el costo intermedio entre alternativas \$52 669,81)	Puntos: 3 (El ruido y la velocidad del aire no crean incomfort, asimismo, el control beneficiaria a todos colaboradores)	Puntos: 3 (La ventilación generada por los equipos no afecta la calidad del producto y el proceso productivo)	Puntos: 3 (La dificultad de instalación de los ventiladores AirEye es baja y no se ocupan detener las máquinas)	N/A	17
---	---	--	--	---	--	--	-----	----

De acuerdo con la matriz comparativa del cuadro 29, la alternativa de solución tres resulta ser la más factible de aplicar en base a los criterios económicos, ambientales, salud y seguridad, culturales, sociales, estándares aplicables, afectación en la calidad del producto y facilidad de instalación de los controles. Por lo que los ventiladores colocados a lo largo del área productiva se validan y justifican como el control a implementar en el programa.

Cuadro 48. Escala de comparación de las propuestas de solución para aislar la fuente

Puntuación	Salud y seguridad	Ambiente	Económico	Sociocultural	Calidad	Facilidad de instalación	Estándares aplicables
1	La propuesta de control no genera mejoras en el confort térmico de los colaboradores.	Los materiales del equipos son de baja calidad.	La alternativa posee el costo más elevado entre las alternativas	El control beneficiaría a pocos colaboradores.	El aislante afectaría la calidad del producto y el proceso productivo.	La dificultad de instalación del aislante es elevada y se requiere que las máquinas se detengan.	N/A
2	La propuesta de control genera mejoras parciales en el confort térmico de los colaboradores.	Los materiales del equipo son de calidad intermedia.	La alternativa posee el costo intermedio entre alternativas	El control beneficiaría a algunos colaboradores	El material aislante podría afectar la calidad del producto y el proceso productivo.	La dificultad de instalación del aislante es intermedia y no se ocupan detener máquinas.	N/A
3	La propuesta de control genera mejoras en el confort térmico de los colaboradores.	Los materiales del equipo son de calidad alta.	La alternativa posee el costo más bajo entre las alternativas	El control beneficiaría a todos colaboradores	El material aislante no afecta la calidad del producto y el proceso productivo.	La dificultad de instalación del aislante es baja y no se ocupan detener las máquinas.	N/A

Cuadro 49. Matriz multicriterio para las propuestas de solución para aislar la fuente

Propuesta	Salud y seguridad	Ambiente	Económico	Sociocultural	Calidad del producto.	Facilidad de instalación	Estándares aplicables	Puntuación total
1	Puntos: 3 (El aislante adhesivo colocado en la parte frontal y lateral del molde permite reducir el calor radiante de manera que genera mejorías en el confort térmico de los colaboradores)	Puntos: 3 (Los materiales del aislante adhesivo son de alta calidad)	Puntos: 2 (La alternativa posee el costo intermedio entre alternativas \$ 1042,8)	Puntos 3: (El control beneficiaria a todos colaboradores)	Puntos: 2 (El adhesivo del aislante podría afectar la calidad del producto)	Puntos 1: (La dificultad de instalación es elevada y se requiere que las máquinas se detengan)	N/A	14
2	Puntos: 2 (Las placas aislantes colocadas en la parte frontal del molde permiten reducir el calor radiante, pero mejorías parciales en el confort térmico de los colaboradores)	Puntos: 3 (Los materiales de las placas aislantes son de alta calidad)	Puntos: 2 (La alternativa posee el costo más bajo entre las alternativas \$ 935)	Puntos: 2 (El control beneficiaria a algunos colaboradores)	Puntos: 3 (Las placas aislantes no afectan la calidad del producto)	Puntos: 3 (La dificultad de instalación de las placas aislantes es baja y no se ocupan detener las máquinas)	N/A	15

3	Puntos: 3 (El cobertor aislante permite reducir el calor radiante de manera que genera mejorías en el confort térmico de los colaboradores)	Puntos: 3 (Los materiales el cobertor térmico son de alta calidad)	Puntos: 3 (La alternativa posee el costo más elevado entre alternativas \$ 1299,8)	Puntos 3: (El control beneficiaria a todos colaboradores)	Puntos: 3 (El cobertor no afectan la calidad del producto)	Puntos: 3 (La dificultad de instalación del cobertor es baja y no se ocupan detener las máquinas.)	N/A	16
---	--	---	---	--	---	---	-----	----

Con base a la matriz comparativa del cuadro 31, la alternativa de solución tres resulta ser la más factible de aplicar en base a los criterios económicos, ambientales, salud y seguridad, culturales, sociales, estándares aplicables, afectación en la calidad del producto y facilidad de instalación de los controles. Por lo que los cobertores térmicos se validan y justifican como el control a implementar en el programa.

### Costos totales por las propuestas de control de riesgos por exposición a calor

A continuación, en el cuadro 32 se presentan los costos totales de la implementación de las propuestas ingenieriles.

Cuadro 50. Costos de la implementación de las propuestas de control de riesgos por exposición a calor

Propuesta	Tipo de costo	Costo
Ventiladores AirEye	Precio total por la compra de ventiladores	\$ 52 669,81
Cobertor térmicos con sistema de anclaje mediante imán	Precio total por la compra y diseño de la cubierta aislante	\$ 1299,8
Dispensador de agua	Precio el alquiler de dos dispensadores de agua por mes	\$ 125
	Precio por la instalación	\$ 2526,50
Precio final		\$ 56 621,11 + \$125 mensuales



#### 4. Controles administrativos para la exposición por calor.

A continuación, se presenta el control administrativo para riesgos por exposición a calor en los procesos productivos de Frame y Cushion.

Empresa de dispositivos médicos	Página 1 de 4
Procedimiento	Versión: A
Guía de hidratación	Código: H

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Luis Alejandro Arroyo Fernández Estudiante de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.		

#### 1. Objetivo

Establecer la manera en que los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion puedan hidratarse de manera efectiva.

#### 2. Alcance

Este procedimiento va dirigido a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion los cuales están expuestos a calor. Por lo que se pretende establecer la manera en que los trabajadores puedan consumir al menos 1,5 litros de agua mediante dispensadores de agua potable instalados dentro del área productiva.

#### 3. Responsables

##### Departamento de EHS

- Dar seguimiento a la implementación del presente procedimiento.
- Velar por el correcto cumplimiento de lo establecido en este documento.

##### Departamento de Entrenamiento

- Entrenar al 100% de los colaboradores de producción sobre el procedimiento de hidratación.

Empresa de dispositivos médicos	Página 2 de 4
Procedimiento	Versión: A
Guía de hidratación	Código: H

- Estar informado y dar los soportes necesarios con las capacitaciones del personal operativo.
- Dar seguimiento a los entrenamientos pendientes.

#### Departamento de Producción

- Velar por el correcto cumplimiento de lo planteado en el documento.
- Acatar las recomendaciones de hidratación periódica indicadas en el procedimiento.
- Brindar los espacios necesarios para que los trabajadores se hidraten de manera efectiva.

#### Real Estate

- Programar mantenimientos preventivos de los dispensadores de agua.
- Instalar dispensadores de agua

#### Trabajadores de los procesos productivos de Frame y Cushion

- Acatar las instrucciones del procedimiento.
4. Documentación requerida

En el cuadro 1 se puede observar la documentación requerida para ejecutar este procedimiento.

Cuadro 1. Documentos requeridos para el procedimiento de hidratación.

Nombre de documento	Código	Tipo de registro	Lugar de archivo	Responsables
Formulario para verificar la hidratación efectiva	VH-A	Digital e impreso.	Página web de la empresa de dispositivos médicos.	Departamento de EHS

Empresa de dispositivos médicos	Página 3 de 4
Procedimiento	Versión: A
Guía de hidratación	Código: H

## 5. Procedimiento

1. Para una hidratación rápida y ordenada, la manera en que los colaboradores van a consumir agua será la siguiente:

- a. El área productiva se dividirá de manera que se tengan dos secciones. Por lo que los colaboradores ubicados en la sección uno tendrá asignados el dispensador uno y los trabajadores en la sección dos, tienen asignado el dispensador dos.

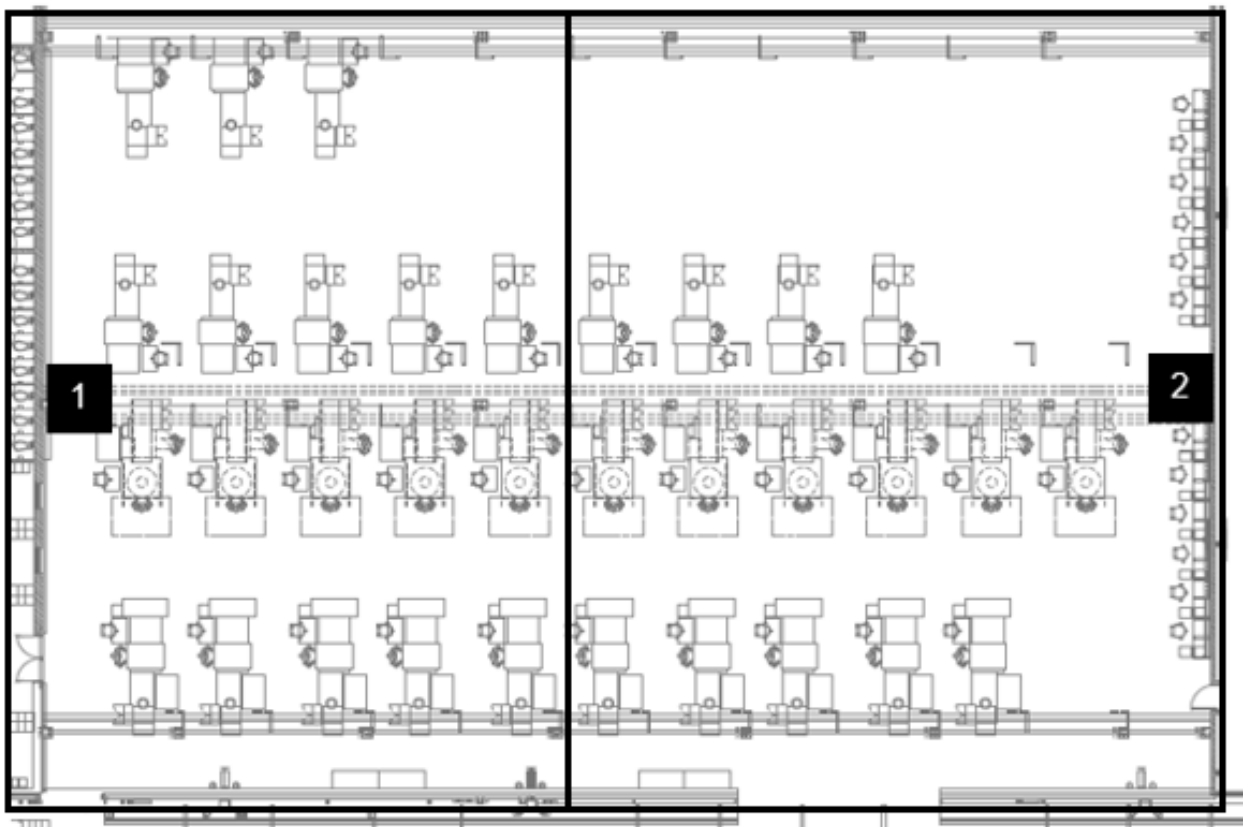


Figura 2. Asignación de dispensadores según la ubicación de los colaboradores.

Empresa de dispositivos médicos	Página 4 de 4
Procedimiento	Versión: A
Guía de hidratación	Código: H

- b. Los colaboradores tienen cuatro espacios para hidratarse, por lo que se recomiendan que los tomen antes de la siguiente rotación en la estación de trabajo uno, ya que este puesto implica trabajo continuo por una hora y no es posible bajar de máquina.
- c. La estadía en la zona donde está colocado el dispensador de agua debe ser rápida (máximo dos minutos), pues se deben evitar cuellos de botella o pérdidas de tiempo de producción.
- d. Se permite máximo 3 colaboradores por dispensador de agua, si esta cantidad es alcanzada, los colaboradores deben esperar hasta que haya espacio.
- e. Los colaboradores pueden traer botellas personales pequeñas en caso de que no quieran utilizar vasos de cartón, asimismo, se les brindará un espacio para colocar las botellas.

## 6. Anexos

Empresa de dispositivos médicos	Página 1 de 1
Formulario para verificar la hidratación efectiva.	Versión: A
	Código: VH

### 1. Responsables

#### Departamento de EHS

- Aplicar estos formularios de verificación semestralmente o anual para cuantificar el % de cumplimiento del procedimiento.
- Formular acciones en relación con el % de cumplimiento de acuerdo como lo indica la sección de seguimiento y control.

Lista de verificación	Cumple	No cumple
¿Los colaboradores saben que dispensador de agua tienen asignado?		
¿El departamento de producción lleva un seguimiento y control de la cantidad de agua potable disponible en cada dispensador?		
¿Se tiene agua potable disponibles en los dispensadores?		
¿Se tienen vasos de cartón disponibles para ingerir agua potable?		
¿Real Estate tiene programado el siguiente mantenimiento preventivo al dispensador de agua?		
<p>Porcentaje de efectividad</p> $\% \text{ de cumplimiento} = \frac{\text{cantidad de ítems cumplidos}}{\text{ítems totales}} \times 100$		

## **D. Vigilancia de la salud**

### 1. Objetivo

Evaluar posterior a la implementación de los controles ingenieriles y administrativos propuestos en el programa, las condiciones ergonómicas y por exposición a calor en los procesos productivos de Frame y Cushion.

### 2. Alcance

Se pretende ejecutar evaluaciones a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion, para conocer la evolución una vez sean implementados los controles ingenieriles y administrativos para riesgos ergonómicos y por exposición a calor.

### 3. Responsables

#### Departamento de EHS y Consultorio Médico Laboral

- Realizar evaluaciones ergonómicas a los colaboradores de los procesos de Frame y Cushion.
- Realizar mediciones de calor en los procesos productivos de Frame y Cushion.
- Generar informes de las evaluaciones ergonómicas y mediciones de calor para análisis de información.

### 4. Evaluaciones

En el presente apartado se indican las evaluaciones que se deben llevar a cabo para la vigilancia médica

#### Evaluaciones de riesgos ergonómicos

##### a. Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires

El cuestionario de Cornell (ver anexo 1) se aplicará para conocer el nivel de frecuencia, la intensidad y la interferencia de las dolencias musculoesqueléticas una vez sean aplicados los controles ingenieriles y administrativos para los riesgos ergonómicos.

Además, este instrumento deberá ser aplicado por personal de EHS o CML dado que se encuentran calificados para interpretar la información suministrada por los operarios, cabe destacar que este cuestionario se aplicará 6 meses después de la aplicación de los controles.

b. Método REBA

El método de evaluación ergonómica REBA será empleado con el fin de conocer el nivel de riesgo al que se encuentran expuestos los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion en la estación de trabajo uno. Asimismo, la puntuación final es proporcional al riesgo que conlleva la ejecución de una tarea y este tiene un nivel de acción asociado, donde cero corresponde a una postura aceptable y cuatro indica la necesidad urgente de cambios en la actividad.

Para llevar a cabo el procedimiento es necesario tomar los siguientes pasos:

- Observar detalladamente las tareas para ver el inicio y fin de una acción, para así determinar los ciclos de trabajo y ver al trabajador durante varios de estos ciclos
- Seleccionar las posturas que se evaluarán y evaluar ambos lados
- Se divide el cuerpo en dos segmentos: A y B. A (cuello, tronco, piernas) y B (brazo, antebrazo, muñeca).
- Se miden los ángulos correspondientes a cada región corporal estudiada con la herramienta RULER de Ergonautas y se le asigna una puntuación, esto de acuerdo con la bitácora de muestreo del método REBA (ver anexo 2) para así tener un nivel de riesgo.

- Seguidamente a esta puntuación se le asigna un nivel de acción el cual tiene diferentes actuaciones (ver figura 22)

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

Figura 31. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida

Fuente: Diego-Mas et al (2018)

### c. Método RULA

El método RULA se aplicará en los procesos productivos de Frame y Cushion, con el objetivo de conocer el nivel de riesgo asociado a la estación de trabajo dos, esta evaluación tendrá una puntuación del 1 al 7, dependiendo de las condiciones ergonómicas presentes y a su vez, un nivel de acción asociado a esa puntuación (ver figura 23), el cual va en una escala del uno al cuatro, donde cuatro es la necesidad de cambios urgentes en la tarea

A continuación, se establecen los pasos necesarios para llevar a cabo la evaluación ergonómica del método RULA:

- Observar las tareas detalladamente para ver el inicio y fin de una acción, para así determinar los ciclos de trabajo y vea al trabajador durante varios de estos ciclos
- Seleccionar las posturas que se evaluarán y evaluar ambos lados
- Tomar los datos angulares requeridos con la herramienta RULER
- Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo, las cuales se dividen en dos grupos: A y B. A (brazo, antebrazo y muñeca) y B (cuello, tronco y



piernas). Esto de acuerdo con la bitácora de muestreo del método RULA (ver anexo 3) para así tener un nivel de riesgo.

- Seguidamente a esta puntuación se le asigna un nivel de acción el cual tiene diferentes actuaciones (ver figura 23)

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

Figura 32. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida

Fuente: Diego-Mas et al (2018).

### Evaluaciones de riesgos por exposición a calor

#### d. Mediciones de inconfort térmico

Las mediciones ambientales se ejecutarán para conocer las temperaturas de bulbo seco, húmedo, globo y humedad relativa, además de la velocidad del aire una vez sea instalado el sistema de ventilación, para así determinar el índice PMV. Cabe destacar que estas mediciones deben ser realizadas por el ingeniero en salud ocupacional de área.

A continuación, se detalla la manera de evaluar las condiciones termohigrométricas:

- Ejecutar un estudio previo para determinar el punto más crítico a muestrear
- Verificar la calibración de los parámetros del equipo, de manera que no se tenga una variación de 0,5 con los valores de referencia del equipo.
- Colocar agua destilada en el bulbo húmedo (si el equipo lo requiere)

- Colocar los equipos a 1,5 m de altura sin que interfieran en el proceso productivo en la estación de trabajo uno.
- Realizar muestreo cada 15 minutos por 8 horas continuas en el mismo punto por tres días.
- Ingresar los datos en una bitácora de muestreo (ver apéndice 15)
- Analizar los datos y calcular el índice PMV y PDD

## **E. Plan de capacitación del programa**

### 1. Objetivo

Entrenar a los colaboradores en los procedimientos propuestos en el programa sobre controles administrativos para riesgos ergonómicos y por exposición a calor.

### 2. Alcance

Los entrenamientos van dirigidos a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion, así como el personal involucrado, por lo que se pretende entrenar al 100% de las personas implicadas en los procedimientos vistos en el presente programa.

### 3. Responsabilidades

#### Departamento de EHS

- Organizar, planificar y dar seguimiento a las capacitaciones del presente programa.
- Generar una lista de asistencia mediante un *Attendance*, y subir la evidencia en digital al *Sharepoint* de EHS como respaldo.

#### Departamento de entrenamiento

- Estar informado y dar los soportes necesarios con las capacitaciones del personal operativo
- Dar seguimiento a los entrenamientos pendientes.

#### 4. Plan de capacitaciones del programa

A continuación, se detallan los temas de las capacitaciones, el objetivo, contenidos, organizador, público meta, recursos necesarios, tiempo requerido, y fecha en que se llevarán a cabo.

Cuadro 51. Planificación de las capacitaciones a ejecutar del programa

Tema	Objetivo	Contenidos	Organizador	Público meta	Recursos	Duración	Fecha
Procedimiento Guía higiene postural. (HP-A)	Explicar los aspectos relevantes para una correcta higiene de posturas, que reduzca el riesgo de trastornos musculoesqueléticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Responsables del programa</li> <li>- Definiciones relacionadas al tema</li> <li>- Pautas a seguir para una correcta higiene postural</li> <li>- Acciones que evitar</li> </ul>	Departamento de EHS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supervisor de producción</li> <li>- Líderes de producción</li> <li>- Personal operario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnológico</li> <li>- Humano</li> </ul>	30 minutos	Marzo 2023
Procedimiento de rotación laboral. (RL-A)	Explicar los conceptos relacionados a la rotación laboral, así como el sistema de rotación a llevar a cabo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Responsables del programa</li> <li>- Definiciones relacionadas al tema</li> <li>- Plan de rotación</li> </ul>	Departamento de EHS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supervisor de producción</li> <li>- Líderes de producción</li> <li>- Personal operario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnológico</li> <li>- Humano</li> </ul>	30 minutos	Marzo 2023
Procedimiento Guía de pausas activas (PA-A)	Explicar los conceptos relacionados a pausas activas, así como los ejercicios a ejecutar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Responsables del programa</li> <li>- Definiciones relacionadas al tema</li> <li>- Estiramientos a ejecutar y tiempo por ejercicio</li> <li>- Beneficios de las pausas activas</li> </ul>	Departamento de EHS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supervisor de producción</li> <li>- Líderes de producción</li> <li>- Personal operario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnológico</li> <li>- Humano</li> </ul>	30 minutos	Marzo 2023

Procedimiento Guía de hidratación (H-A)	Explicar los conceptos relacionados con hidratación, así como el procedimiento a seguir	- Responsables del programa - Definiciones relacionadas al tema - Pautas a seguir en el protocolo de hidratación	Departamento de EHS	- Supervisor de producción - Líderes de producción - Personal operario - Real Estate	- Tecnológico - Humano	30 minutos	Marzo 2023
--	---	---	------------------------	---	---------------------------	------------	------------

Una vez finalizada cada capacitación, se debe completar el formulario de evaluación (ver apéndice 27), para ver si existen oportunidades de mejora a las capacitaciones.

## **F. Evaluación y seguimiento**

### 1. Objetivo

Definir una guía para la evaluación y seguimiento de los objetivos del programa, así como los controles propuestos para los riesgos ergonómicos y por exposición a calor en los procesos productivos de Frame y Cushion.

### 2. Alcance

La evaluación y seguimiento de objetivos y controles propuestos en el programa van dirigidos a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion. Por lo que se pretende crear una guía para evaluar el cumplimiento y desarrollo efectivo del programa.

### 3. Responsables

#### Departamento de EHS

- Evaluar el cumplimiento de las medidas implementadas en este programa, así como la gestión y comunicación de oportunidades de mejora, en caso de aplicar.

### 4. Procedimiento

En este apartado se determinan las disposiciones que se deben llevar a cabo para dar seguimiento y control a lo propuesto en el programa.

- a. El seguimiento y control debe efectuarse una vez sea puesto en marcha el programa, de tal manera que se valoren los componentes del programa tal como se indica en la planificación de la evaluación y seguimiento del programa (ver cuadro 34).

- b. Se deben cuantificar los resultados obtenidos por cada componente del programa indicado en el cuadro 34, esto mediante la ecuación 1 del apartado cinco (cuantificación del desempeño).
- c. Una vez cuantificados los diferentes componentes del programa, se debe asignar una calificación a desempeño obtenido.
- d. Con base al puntaje de desempeño obtenido, se deben definir acciones de mejora en caso de ser necesario.

Cuadro 52. Planificación de evaluación y seguimiento del programa

Componente del programa	Actividad	Formulario para evaluar componente	Responsable de aplicar formulario	Frecuencia de evaluación
Controles ingenieriles del programa	Observación no participativa durante las evaluaciones de riesgos ergonómicos y por exposición a calor	- Formulario para el cumplimiento de controles ingenieriles de ergonomía y calor - Lista de comprobación ergonómica de la OIT (ver apéndice 18)	Departamento de EHS	Aplicado una única vez
Controles administrativos del programa	Ejecución de las herramientas de evaluación mediante una observación no participativa	Formulario de nivel de cumplimiento de los controles administrativos	Departamento de EHS	Cuatrimestral, semestral o anual

## 5. Cuantificación del desempeño

Mediante la ecuación 1 se calculará el porcentaje de cumplimiento de los componentes del cuadro 31 y los valores de la ecuación se obtendrán de los formularios de verificación.

$$\% \text{ de cumplimiento} = \frac{\text{cantidad de ítems cumplidos}}{\text{ítems totales}} \times 100$$

Ecuación 1. Porcentaje de cumplimiento de los componentes del programa

Cabe resaltar que el resultado de esta evaluación tendrá una clasificación asociada de acuerdo con el valor porcentual obtenido, a continuación, en el cuadro 35 se presenta la escala de desempeño.

Cuadro 53. Clasificación de desempeño de los componentes del programa.

Rango de porcentaje obtenido	Desempeño
0% - 24%	Malo
25% - 49%	Intermedio
50% - 74%	Bueno
75% - 100%	Muy bueno

De acuerdo con la escala anterior, en caso de que se obtengan valores inferiores a 25% se requiere un intervención oportuna a los componentes implicados, ahora bien, si el desempeño está en el rango de 25% – 74%, son necesarias oportunidades de mejora, sin embargo, para porcentajes superiores o iguales a 75% señalan que se están cumpliendo los objetivos del programa.

Es importante mencionar que, para el caso de los formularios requeridos para la aplicación del formulario de nivel de cumplimiento de los controles administrativos, para la aprobación de cada ítem, será necesario que cada uno tenga un % mayor al 75%.

6. Documentos relacionados

a. Formulario de nivel de cumplimiento de los controles ingenieriles

Empresa de dispositivos médicos	Página 1 de 1
Formulario de nivel de cumplimiento de los controles ingenieriles	Versión: A
	Código: VCI

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Luis Alejandro Arroyo Fernández Estudiante de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.		

Lista de verificación de cumplimiento de los controles ingenieriles	Cumple	No cumple
La estación de trabajo uno presenta de acuerdo con el método REBA un nivel de riesgo ergonómico bajo		
La estación de trabajo dos presenta de acuerdo con el método RULA un nivel de riesgo ergonómico aceptable		
El PDD del método Fanger descendió a un 5%		



b. Formulario de nivel de cumplimiento de los controles administrativos

Empresa de dispositivos médicos	Página 1 de 1
Formulario de nivel de cumplimiento de los controles administrativos	Versión: A
	Código: VCA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Luis Alejandro Arroyo Fernández Estudiante de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.		

Lista de verificación de cumplimiento de los controles administrativos	Cumple	No cumple
¿Se está ejecutando lo establecido por el procedimiento guía de higiene postural? (HP-A)?		
¿Se está ejecutando lo establecido por el procedimiento de rotación laboral? (RL-A)		
¿Se está ejecutando lo establecido por el procedimiento guía pausas activas (PA-A)?		
¿Se está ejecutando lo establecido por el procedimiento guía de hidratación (H-A)?		

## G. Cronograma y presupuesto del programa

### 1. Diagrama Gantt del programa

A continuación, se presenta el diagrama de Gantt del programa de control de riesgos ergonómicos y por exposición a calor de los procesos productivos de Frame y Cushion de una empresa de dispositivos médicos

Cuadro 54. Diagrama Gantt del programa

Nombre de la actividad	2023																															
	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			
	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
Presentación del programa	■																															
Aprobación del programa		■	■	■	■																											
Aprobación del presupuesto de los controles ingenieriles						■	■	■																								
Implementación de los diseños ingenieriles ergonómicos										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Implementación de los diseños ingenieriles para exposición a calor										■	■	■	■																			



## 2. Presupuesto del programa

A continuación, en el cuadro 37 se detalla el presupuesto requerido para ejecutar los controles propuestos para el programa.

Cuadro 55. Presupuesto aproximado para la implementación del programa

Equipo	Costo (\$)
Plano de altura ajustable por piñón y cremallera	17 300
Mesa de trabajo sin ajuste de altura doble nivel	19 000
Reposapiés	5733,2
Sillas ergonómicas	7 220.60
Ventiladores AirEye	52 669,81
Cobertores térmico	1299,8
Dispensador de agua	2 526,50
<b>Total</b>	<b>\$ 105 761.31</b>

## H. Conclusiones del programa

- Los controles ingenieriles y administrativos del programa presentan una solución a los riesgos ergonómicos y por exposición a calor, debido a que estos fueron diseñados con base a las características de cada proceso y a las problemáticas identificadas y evaluadas, por lo que se ajusta a las necesidades actuales.
- Las plataformas de trabajo que se proponen colocar en la estación de trabajo uno de los procesos productivos de Frame y Cushion reducirían el nivel de riesgo ergonómico, asimismo, son aplicables para los otros procesos productivos de moldeo en máquinas verticales.
- Las mesas de trabajo que se pretenden colocar en la estación de trabajo dos reducirían el nivel de riesgo ergonómico, además, pueden ser también colocadas en los otros procesos productivos de moldeo en máquinas horizontales.
- Los ventiladores que se colocarían en la unidad de negocio mejorarían la ventilación y recirculación del aire, asimismo beneficiaría otros procesos productivos de la misma área.
- Los cobertores de moldes reducirían el calor radiante percibido por los trabajadores.
- Los tiempos de entrenamiento en el plan de capacitación fueron calculados de manera que no se impacte la producción de gran manera dado que es un proceso productivo 24/7.

## I. Recomendaciones

- Se recomienda implementar el presente programa con el objetivo de atenuar las condiciones de riesgo ergonómico y por exposición a calor a las que se encuentran expuestos los colaboradores de los procesos productivo de Frame y Cushion.
- Efectuar una reunión semanal de *Daily Management* durante la implementación del programa, para un mayor seguimiento y organización de las partes interesadas.
- Resulta conveniente recibir opiniones por parte de los colaboradores una vez sean instalados los controles ingenieriles, dado que serán los usuarios beneficiados.
- Al momento de que se realice la instalación de los ventiladores, se recomienda revisar que se tenga una distribución homogénea del aire en los puntos de interés de los procesos productivos.
- Capacitar al personal de primer ingreso en los procedimientos del presente programa antes de que terminen la certificación requerida para trabajar en los procesos productivos de Frame y Cushion.

## VI. Referencias bibliográficas

- Airtecnicos. (s.f). Cortina de aire Rund. <https://www.airtecnicos.com/es/productos/cortina-de-aire-rund>
- Arce-Espinoza, L., Rojas-Sáurez, K. (2005). Trabajadores costarricenses expuestos a sobrecarga térmica; implicaciones en la salud y la producción. *ENFERMERIA EN COSTA RICA*. 28(1). <https://www.binasss.sa.cr/revistas/enfermeria/v28n1/art4.pdf>
- Arias, D., Rodríguez, A., Zapata, J., Vásquez, E. (2020). Incapacidad laboral por desórdenes musculoesqueléticos en población trabajadora del área de cultivo en una empresa floricultora en Colombia. *Rev Asoc Esp Espec Med Trab*, 27(3). [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1132-62552018000300166](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-62552018000300166)
- Asociación Kulunka Elkartea. (s.f). Ergonomía en la escritura. [https://kulunka.org/wp-content/uploads/2013/12/doc\\_15.pdf](https://kulunka.org/wp-content/uploads/2013/12/doc_15.pdf)
- Ávila, R., Martínez, Y., Baques, R., Rodríguez, A., López, C., Sáez, W., González, O. (2016). Estrés térmico, salud y confort laboral. (1ed)
- AXA COLPATRIA. (2021). Pausas activas. [https://www.julderc.com/wp-content/uploads/2021/01/Cartilla-pausas-activas\\_2021.pdf](https://www.julderc.com/wp-content/uploads/2021/01/Cartilla-pausas-activas_2021.pdf)
- Balderas, M., Zamora, M., Martínez, S. (2019). Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la manufactura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad. *Acta Universitaria* 29. <http://doi.org/10.15174.au.2019.1913>
- Ballester, A., García, A. (2017). Asociación entre la exposición laboral a factores psicosociales y la existencia de trastornos musculoesqueléticos en personal de enfermería: revisión sistemática y meta-análisis. *Rev Esp Salud Pública*. [https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos\\_propios/resp/revista\\_cdrom/VOL91/REVISIONES/RS91C\\_201704028.pdf](https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL91/REVISIONES/RS91C_201704028.pdf)

- Big Ass Fans. (s.f). Pivot. <https://bafdevf1.bigassfans.com/es/fans/pivot-20/>
- Big Ass Fans. (s.f).AirEye. <https://bafdevf1.bigassfans.com/es/fans/aireye/>
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2019). Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WMSD) – Factores de riesgo. <https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/risk.html>
- Cantos, C. (2013). Identificación, procedimientos para medición, procedimientos para evaluación, control y vigilancia: de los riesgos químicos y biológicos en el hospital universitario del Río. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5570/1/UPS-CT002786.pdf>
- Díaz, M., Garasa, A., Goretti, M., Eransus, J. (2007). Trastornos músculo-esqueléticos de origen laboral <https://www.navarra.es/NR/ronlyres/76DF548D-769E-4DBF-A18E-8419F3A9A5FB/145886/TrastornosME.pdf>
- Diego-Mas, J. (2015). AIS – Estimación de aislamiento térmico de la ropa. <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/aislamiento/aislamiento.php>
- Diego-Mas, J. (2015). Evaluación postural mediante el método RULA. *Ergonautas*. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Diego-Mas, J. (2015). MET - Estimación de la tasa metabólica. *Ergonautas*. <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/tasamet/tasamet.php>
- Diego-Mas, J. (2015). Método Fanger. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/fanger/fanger-ayuda.php>
- Diego-Mas, J. (2015). RULER - Medición de ángulos en fotografías <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/ruler/ruler.php>
- FlexiSpot. (2022). Standing desk Escritorio EF1. <https://www.flexispot.es/escritorios-elevable/solo-marco/standing-desk-ec1.html>
- García-Salirrosas, E., Sánchez-Poma, R. (2020). Prevalencia de los trastornos musculoesqueléticos en docentes universitarios que realizan teletrabajo en



tiempos de covid-19. *SciELO Preprints*.

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.1014>

Gomes, J. (2014). El papel de la ergonomía en el cambio de las condiciones de trabajo: perspectivas en América Latina. *Rev Cienc Salud*, 12(Especial), 5-8.

<http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v12s1/v12s1a01.pdf>

Gómez-Galán, M., Pérez-Alonso, J., Callejón-Ferre, Á., López-Martínez. (2017). Trastornos musculoesqueléticos: revisión OWAS. *Salud Ind*, 55(4), 314-337.

<https://dx.doi.org/10.2486%2Findhealth.2016-0191>

Guillén, M. (2006). Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional. *Rev Cubana Enfermer*, 22(4).

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-)

[03192006000400008#:~:text=La%20Ergonom%C3%ADa%20se%20define%20como,de%20los%20puestos%20de%20trabajo.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192006000400008#:~:text=La%20Ergonom%C3%ADa%20se%20define%20como,de%20los%20puestos%20de%20trabajo.)

Handl, K. (2014). Aplicación práctica del diagrama de Gantt en la administración de un proyecto.

<https://face.unt.edu.ar/web/iadmin/wp-content/uploads/sites/2/2014/12/Aplicaci%C3%B3n-pr%C3%A1ctica-Diagrama-de-Gantt-para-Jornada-IA-Handl.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. P. (2014). Metodología de la investigación. (6 ed.). McGRAW-HILL Interamericana. Mexico.

Instituto Canario de Seguridad Laboral. (2016). Los Trastornos Musculoesqueléticos de Origen Laboral.

<https://www.fauca.org/wp-content/uploads/2016/05/folleto5.pdf>

Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el Trabajo. (2001). Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT. (NTP 322).

[https://www.cso.go.cr/legislacion/notas\\_tecnicas\\_preventivas\\_insht/NTP%20322%20-](https://www.cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP%20322%20-)

[%20Valoracion%20del%20riesgo%20de%20estres%20termico%20indice%20WGBT.pdf](#)

Instituto Nacional de seguridad e Higiene en el Trabajo. (2001). Bienestar térmico: criterios de diseño para ambientes térmicos confortables. (NTP 779). <https://www.insst.es/documents/94886/327740/nTP-779.pdf/7a2021b6-a176-463b-b347-953576961b83#:~:text=El%20%C3%ADndice%20PMV%20refleja%20el,estad%C3%ADsti%20cos%20de%20pruebas%20experimentales.>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2008). Ergonomía. (5 ed.). <https://www.insst.es/documents/94886/710902/Ergonom%C3%ADa+-+A%C3%B1o+2008.pdf/18f89681-e667-4d15-b7a5-82892b15e1fa>

Longarini, C. (2011). La Matriz RACI, una herramienta para organizar tareas en la empresa. <https://cdmconsulting.files.wordpress.com/2011/11/la-matriz-raci1.pdf>

Marchante, G., González, A. (2020). Evaluación del confort y disconfort térmico. *EAC* (41)3. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59282020000300021](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282020000300021)

Mc Master-Carr. (2022). Adjustable-Height Workbench. <https://www.mcmaster.com/4773T702/>

Mc Master-Carr. (2022). Backstop and Side Stop for Workbenches. <https://www.mcmaster.com/5976T312/>

Mc Master-Carr. (2022). Backstop&Side Stops for 60" Wide x 30" Deep Workbench

Mc Master-Carr. (2022). Extra Heavy Duty Adjustable-Height Workbench Leg. <https://www.mcmaster.com/5978T32/>

- Mc Master-Carr. (2022). Laminare Workbench Top. <https://www1.mcmaster.com/5169T705/>
- Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social de España (2019). Trastornos músculo-esqueléticos relacionados con el trabajo. [https://www.ugt.es/sites/default/files/folleto\\_tme\\_web.pdf](https://www.ugt.es/sites/default/files/folleto_tme_web.pdf)
- Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. (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>
- Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. (2019). Trastornos musculoesqueléticos. <https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp-content/uploads/2019/04/riesgos-bloque-1-trastornosmusculoesqueleticos-saludlaboralydiscapacidad.pdf>
- Muñoz, F. (2012). *Análisis de involucrados*. [https://www.ucipfg.com/Repositorio/MAP/MAPD-07/UNIDADES-APRENDIZAJE/UNIDAD\\_4/Analisis\\_de\\_Involucrados.pdf](https://www.ucipfg.com/Repositorio/MAP/MAPD-07/UNIDADES-APRENDIZAJE/UNIDAD_4/Analisis_de_Involucrados.pdf)
- Naranjo, A., Ramírez, E., López, M., Rodríguez, I. (2020). Manual de prácticas de Laboratorio de Ergonomía. <https://www.itson.mx/publicaciones/Documents/ingytec/Libro-Ergonomia-FINALparaSBN.pdf>
- NIOSH (2016). Criteria for a Recommended Standard: *Occupational Exposure to Heat and Hot Environments*. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf>
- Occupational Safety & Health Training. (2020). Introduction to Ergonomics. <https://www.oshatrain.org/courses/studyguides/711studyguide.pdf>

- Organización Internacional del Trabajo. (2000). Lista de comprobación ergonómica. *Ergonomics checkpoints*. Soluciones prácticas y de sencilla aplicación para mejorar la seguridad, la salud y las condiciones de trabajo.
- Piñeda, A., Montes, G. (2014). Ergonomía ambiental: Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantallas de visualización de datos. *Rev. Ingeniería, Matemática y ciencias de la Información*. 1(2), 55-78.
- Posturite. (s.f). Score Pro 959 Footrest. <https://www.posturite.co.uk/score-959-footrest>
- Ramírez-Pozo, E., Montalvo, M. (2017). Frecuencia de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores de una refinería de Lima, 2017. *An. Fac. med*, 80(3). <https://doi.org/10.15381/anales.803.16857>
- Rappaccioli, R., Hernández, F., Zamora, A. (2021). Repercusiones en la salud a causa del teletrabajo. *Revista Médica Sinergia*, 6(2). <https://doi.org/10.31434/rms.v6i2.641>
- Relaxdays. (2022). Estructura regulable eléctrica. [https://www.amazon.es/dp/B096KGZ4JF/ref=sspa\\_dk\\_detail\\_2?psc=1&pd\\_rd\\_i=B096KGZ4JF&pd\\_rd\\_w=VJWN8&content-id=amzn1.sym.5211011f-e3fb-4d92-b58e-b3527e67ddff&pf\\_rd\\_p=5211011f-e3fb-4d92-b58e-b3527e67ddff&pf\\_rd\\_r=K29YZV6MBP5A6Q3TD8SE&pd\\_rd\\_wg=KmhrS&pd\\_rd\\_r=ac397fb5-3cb5-4748-9c86-81951e4a0c21&s=kitchen&sp\\_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWw&spLa\\_=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEwWUpUTk5GQjJDSERXJmVuY3J5cHRlZEIkPUEwMDY4MzM1MIJOUIY5NjJERIBRNSZlbnNyeXB0ZW50ZWRBZEIkPUEwNTUxNjUwV1VGQloxOUdTnlgyJndpZGdldE5hbWU9c3BfZGV0YWlsJmFjdGlvbj1jbGlja1JlZGlyZWN0JmRvTm90TG9nQ2xpY2s9dHJ1ZQ==](https://www.amazon.es/dp/B096KGZ4JF/ref=sspa_dk_detail_2?psc=1&pd_rd_i=B096KGZ4JF&pd_rd_w=VJWN8&content-id=amzn1.sym.5211011f-e3fb-4d92-b58e-b3527e67ddff&pf_rd_p=5211011f-e3fb-4d92-b58e-b3527e67ddff&pf_rd_r=K29YZV6MBP5A6Q3TD8SE&pd_rd_wg=KmhrS&pd_rd_r=ac397fb5-3cb5-4748-9c86-81951e4a0c21&s=kitchen&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWw&spLa_=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEwWUpUTk5GQjJDSERXJmVuY3J5cHRlZEIkPUEwMDY4MzM1MIJOUIY5NjJERIBRNSZlbnNyeXB0ZW50ZWRBZEIkPUEwNTUxNjUwV1VGQloxOUdTnlgyJndpZGdldE5hbWU9c3BfZGV0YWlsJmFjdGlvbj1jbGlja1JlZGlyZWN0JmRvTm90TG9nQ2xpY2s9dHJ1ZQ==)
- Rojas, M., Gimeno, D., Vargas-Prada, S., Benavides, F. (2015). Dolor musculoesquelético en trabajadores de América Central: resultados de la I Encuesta Centroamericana de Condiciones de Trabajo y Salud. *Rev Panam*

Sánchez, A. (2018). Prevalencia de desórdenes músculo esqueléticos en trabajadores de una empresa de comercio de productos farmacéuticos. *Rev Cienc Salud*, 16(2), 203-218. <http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/>

Saraswathi, K., Gunasunderi, R., Shawkataly, O. (2021). Prevalencia de los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo: factores de riesgo psicológicos y físicos. *Int J Environ Res Salud Pública*, 18(17). <https://dx.doi.org/10.3390%2Fijerph18179361>

Secretaría de Salud Laboral y Desarrollo Territorial. (2019). Manual Informativo de PRL: Ergonomía. Riesgos Ergonómicos. [https://madrid.ugt.org/sites/madrid.ugt.org/files/manual\\_riesgos\\_ergonomicos\\_2019\\_on\\_line\\_def\\_0.pdf](https://madrid.ugt.org/sites/madrid.ugt.org/files/manual_riesgos_ergonomicos_2019_on_line_def_0.pdf)

Secretaría de Salud Laboral Y medio Ambiente de CCOO de Asturias. Lesiones Músculo-esqueléticas de Origen Laboral. <http://tusaludnoestaennomina.com/wp-content/uploads/2014/06/Lesiones-musculoesquel%C3%A9ticas-de-origen-laboral.pdf>

Tejero, J. (2021). Técnicas de investigación cualitativas en los ámbitos sanitarios y sociosanitario. <https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/28529/04%20TECNICAS-INVESTIGACION-WEB-4.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20entrevista%20semi%20destru%20urada%20recolecta,muestra%20relativamente%20grande%20de%20participantes>

Universidad de Boyacá. (2019). Cartilla de Pausas Activas. <https://www.uniboyaca.edu.co/sites/default/files/2019-04/CARTILLA%20DE%20PAUSAS%20ACTIVAS.pdf>

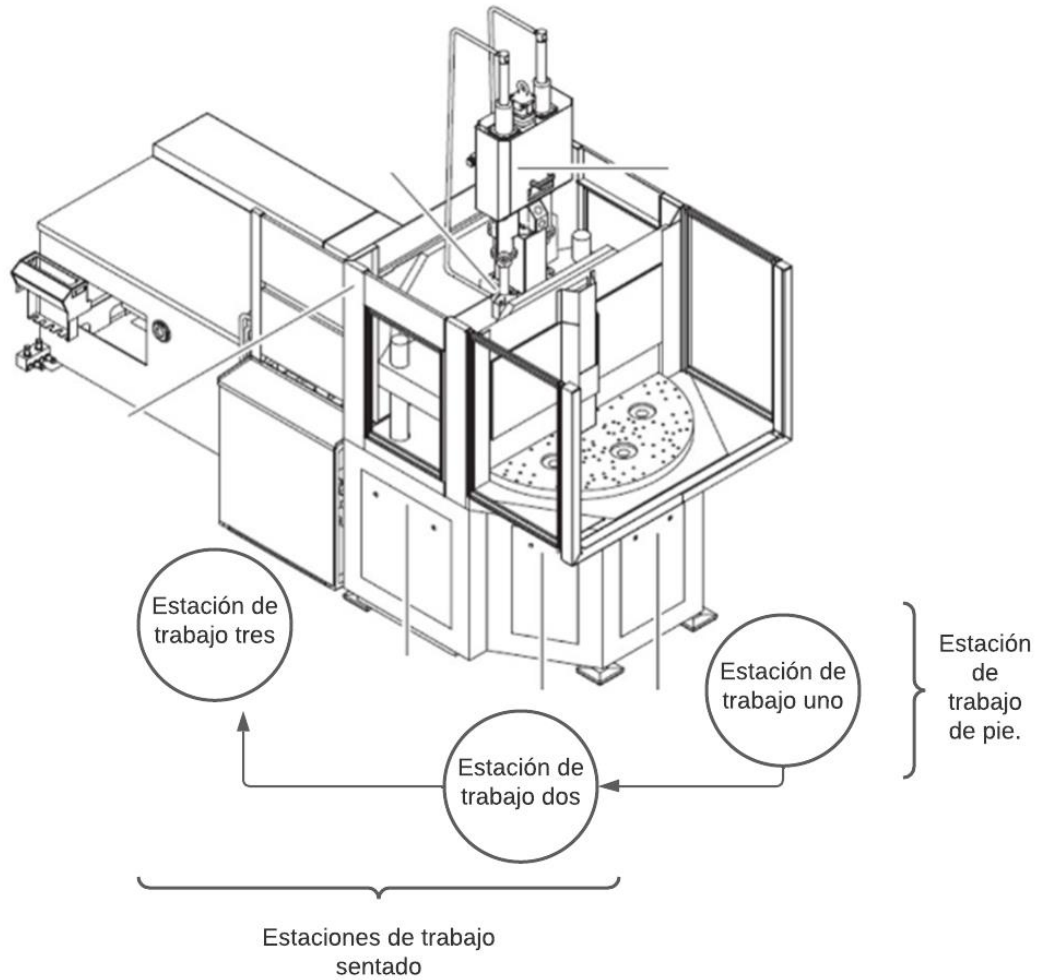
Vargas, Z. (2009). La investigación Aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Educación*. 33(1), 155-165.

<https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

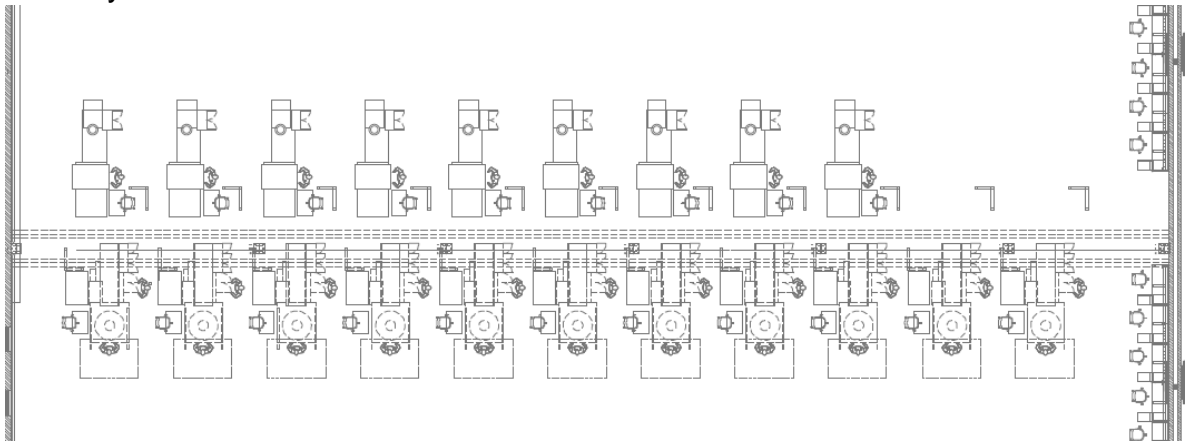
Qualites Metrología y calidad (s.f). Ergonomía en su puesto de trabajo: Oficina y Taller. <https://qualites.net/ergonomia-en-su-puesto-de-trabajo-oficina-y-taller/>

## VII. Apéndices

### Apéndice 1. Línea de trabajo de procesos productivos de Frame y Cushion.



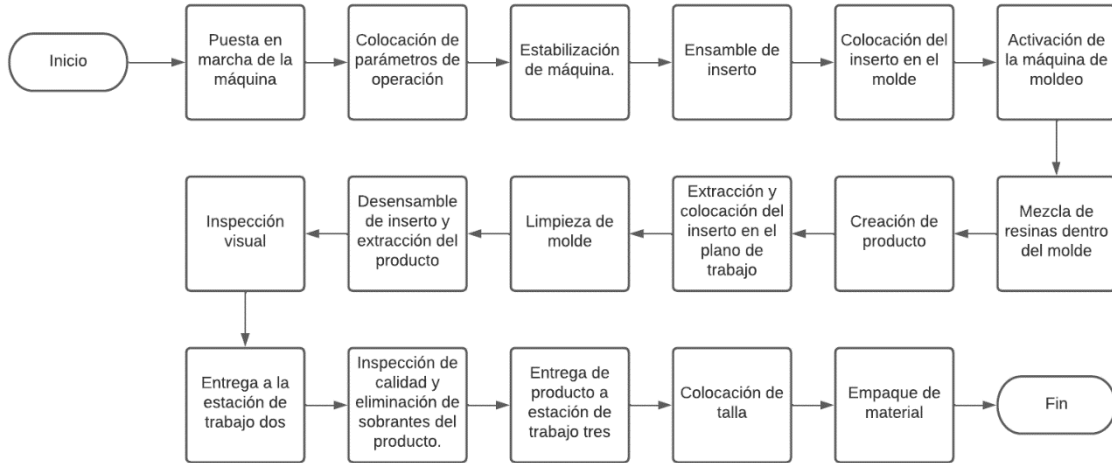
Apéndice 2. Distribución de las líneas de trabajo de los procesos productivos de Frame y Cushion.





### Apéndice 3. Procesos productivos de Frame y Cushion.

#### Proceso productivo de Frame



#### Proceso productivo de Cushion



Apéndice 4. Entrevista semiestructurada a encargada de salud y seguridad del área productiva para la formulación del problema de investigación.

Entrevistado: \_\_\_\_\_

Entrevistador: \_\_\_\_\_

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

La presente entrevista tiene el objetivo de conocer los criterios profesionales del personal de EHS encargado del área productiva en estudio

1. ¿Considera que los puestos de trabajo en estudio representan un riesgo ergonómico para los trabajadores?
2. ¿Existe un programa de rotación de personal formalizado?
3. ¿Se han efectuado hasta la fecha controles para mejorar las posturas y movimientos que realizan los trabajadores?
4. ¿Ve necesario cambiar las condiciones ergonómicas de área de trabajo como altura de plano de trabajo y movimientos para alcance de producto en proceso?  
Explique
5. ¿Han ocurridos incidentes asociados a calor en las máquinas en estudio?  
¿Cuántos?
6. ¿Se han efectuado estudios para evaluar el ambiente térmico en la zona de las máquinas?

Apéndice 5. Entrevista semiestructurada al departamento de fisioterapia para la formulación del problema de investigación.

Entrevistado: \_\_\_\_\_

Entrevistador: \_\_\_\_\_

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

1. ¿Considera que los puestos de trabajo en estudio representan un riesgo ergonómico para los trabajadores?
2. ¿Se han recibido quejas ergonómicas en los puestos de trabajo investigados?
3. ¿Se han realizado métodos para la evaluación del riesgo asociado a la carga postural en los puestos de trabajo en estudio? ¿Qué tipo de estudios?
4. ¿Considera que la altura en el plano de trabajo donde se desensambla el molde se adapta a todos los operarios del proceso productivo?
5. ¿Considera que la altura del molde es la adecuada? En caso de respuesta negativa, explique brevemente porque
6. ¿Considera que la colocación de los bins con producto para revisión es la correcta? En caso de respuesta negativa, explique brevemente porque
7. ¿Cuáles son las partes del cuerpo más comprometidas por las posturas realizadas en las tareas de los operarios?
8. ¿Considera necesarios cambios de *layout* en los procesos productivos en investigación? Llámese cambios de *layout* a nuevos sistemas que se integren a la tarima donde los operarios realizan sus tareas

Apéndice 6. Entrevista semiestructurada al Consultorio Médico Laboral para la formulación del problema de investigación.

Entrevistado: \_\_\_\_\_

Entrevistador: \_\_\_\_\_

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

¿Se han recibido quejas por calor en las máquinas en estudio?

¿Aproximadamente cuantas quejas se recibieron en el 2021?

¿Qué tipo de quejas se han recibido?

Apéndice 7. Entrevista semiestructurada al supervisor de producción para la formulación del problema de investigación.

Entrevistado: \_\_\_\_\_

Entrevistador: \_\_\_\_\_

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

1. ¿Cuántas máquinas se tienen para realizar los procesos en estudio?
2. ¿Cuántos trabajadores hay actualmente en el área de procesos?
3. ¿Cuánto tiempo permanecen ellos en los procesos en investigación?
4. ¿El departamento de EHS les ha generado un documento sobre el cómo rotar a los operarios?
5. ¿Existe una forma estandarizada para colocar los bines donde se colocan los
6. ¿Existe una forma estandarizada para que el operario coloque el material en los bines?
7. ¿Considera que estandarizar la ubicación y la forma en que se coloca el material en los bines agilizaría el proceso?

Apéndice 8. Encuesta higiénica sobre las condiciones de trabajo a nivel ergonómico y por exposición a calor dirigida a Ingeniería de soporte y producción.

Encuesta Higiénica sobre las condiciones de trabajo por exposición a calor del proceso productivo de Frame y Cushion.			
Información general			
Encuestador		Proceso productivo	
Encuestado		Fecha:	
Hora:		Horas de jornada laboral:	
Cantidad y caracterización de fuentes de calor			
¿Cuántas de fuentes generadoras de calor existen en el proceso productivo?			
¿Cantidad máxima en °C que alcanzan la fuente de calor?			
Distancia en metros entre la fuente y estación	Uno	Dos	Tres
¿Distancia en metros entre las otras líneas de trabajo?			
Descripción del trabajo y duración de cada tarea			
¿Qué tipo de EPP se utiliza para evitar quemaduras con la fuente?			
Descripción de trabajo (Tareas)			
Estación de trabajo uno			
Estación de trabajo dos			
Estación de trabajo tres			
Duración por tarea en minutos			

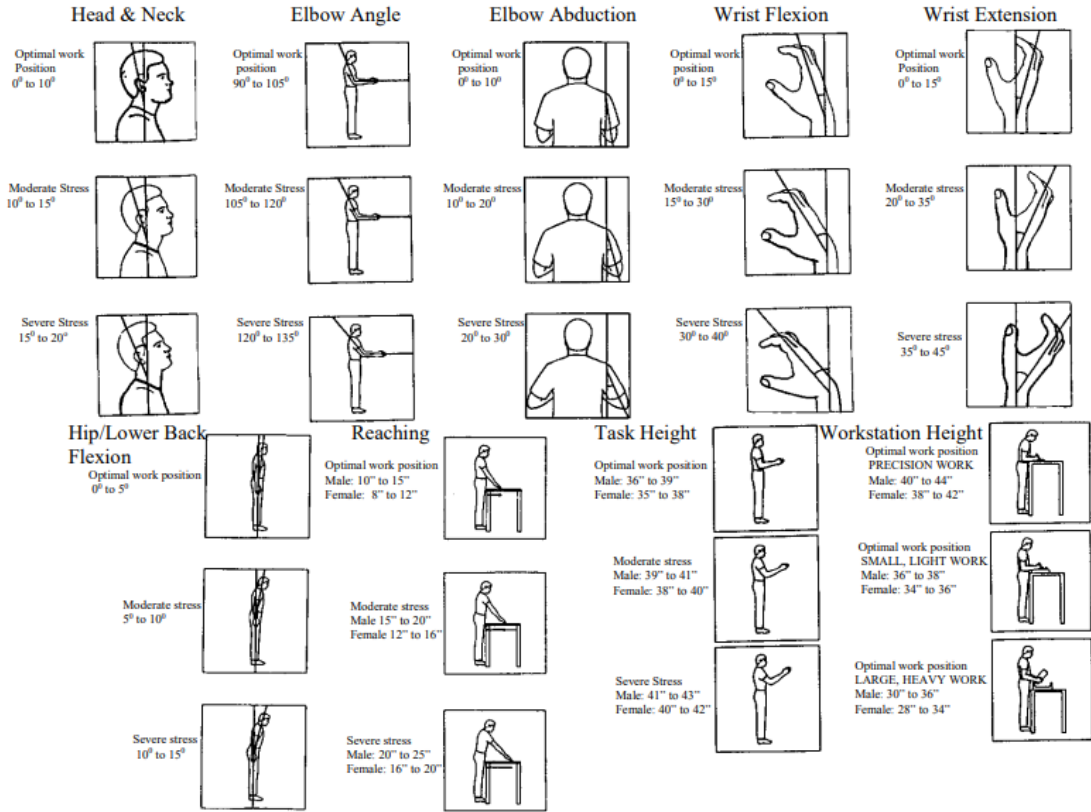
Estación de trabajo uno	
Estación de trabajo dos	
Estación de trabajo tres	
Duración de los descansos	
<b>Condiciones generales del local del trabajo</b>	
Altura del local (m)	
Largo del local (m)	
Ancho del local (m)	
¿Existe sistemas de ventilación forzada?	
¿Altura (m) a la que se encuentra el sistema de ventilación forzada?	
Cantidad de puertas	
Cantidad de ventanas	
<b>Capacitaciones, rotación laboral, pausas activas y vigilancia médica</b>	
Capacitaciones impartidas en temas de ergonomía y calor	
Sistemas de rotación laboral	
Pausas activas	
Exámenes preempleo	
Tipo de exámenes	
Frecuencia de los exámenes	

Apéndice 9. *Ergonomic Assessment Checklist* de las condiciones ergonómicas de los procesos productivos de Frame y Cushion.

<i>Ergonomics Assessment Checklist</i>	Fecha:		Estación:
	Observador:		
Punto por verificar	Cumple		Observaciones
	Si	No	
1. ¿Ha habido alguna queja de los trabajadores sobre condiciones ergonómicas?			
2. ¿Los empleados realizan tareas con una posición incómoda de cabeza o cuello durante un período prolongado de tiempo? (1 a 3 horas).			
3. ¿Los empleados realizan tareas con un ángulo de flexión de espalda/cadera incómodo durante un período prolongado de tiempo (1 a 3 horas) o con aplicación de fuerza extrema			
4. ¿Los empleados realizan tareas con un ángulo de codo extraño durante un período de tiempo prolongado (1 a 3 horas) o con aplicación de fuerza extrema?			
5. ¿Los empleados realizan tareas con un ángulo de abducción del codo incómodo durante un período prolongado de tiempo? (1 a 3 horas) o con aplicación de fuerza extrema?			
6. ¿Los empleados realizan tareas con un ángulo de flexión de la muñeca incómodo durante un período prolongado de tiempo? tiempo (1 a 3 horas) o con aplicación de fuerza extrema			
7. ¿Los empleados realizan tareas con una distancia de alcance extrema durante un período prolongado de tiempo? (1 a 3 horas) o con aplicación de fuerza extrema			



## Risk Factor Guide



Fuente: OSHA, 2018

Apéndice 9. Encuesta dirigida a los colaboradores de los procesos productivos de Frame y Cushion sobre la percepción de calor.

<b>Encuesta de dirigida a los colaboradores sobre la percepción de calor</b>				
<b>Información general de la encuesta</b>				
<p>La información y datos en la presente encuesta serán confidenciales y solo serán de acceso para el investigador, el objetivo es conocer el nivel de percepción de calor por parte de los trabajadores, la cantidad de trabajadores insatisfechos con las condiciones ambientales por exposición a calor, la cantidad y tipo de síntomas por exposición a calor de los trabajadores y condiciones de trabajo.</p>				
<b>Datos personales</b>				
Sexo				
Peso (kg)				
Estatura (m)				
<b>Condiciones de trabajo</b>				
¿Tiene fuentes de agua potable cerca de su área de trabajo?				
Si			No	
¿Cantidad de vasos con agua potable ingiere en litros durante su jornada laboral?				
1 a 2	3 a 4	5 a 6	7 a 8	9 a 10
¿Ha recibido capacitaciones sobre riesgos por exposición a calor?				
Si			No	
<b>Nivel de percepción de calor</b>				
¿Indique cuál de las siguientes opciones representa su sensación térmica con la ropa que utiliza para realizar sus labores?				
1. Muy fresco	2. Fresco	3. Normal	4. Caluroso	5. Bastante caluroso
¿Indique cuál de las siguientes opciones representa su sensación térmica en la estación de trabajo uno?				
1. Muy fresco	2. Fresco	3. Normal	4. Caluroso	5. Bastante caluroso

Indique cuál de las siguientes opciones representa su sensación térmica en la estación de trabajo dos.				
1. Muy fresco	2. Fresco	3. Normal	4. Caluroso	5. Bastante caluroso
¿Indique cuál de las siguientes opciones representa su sensación térmica en la estación de trabajo tres?				
1. Muy fresco	2. Fresco	3. Normal	4. Caluroso	5. Bastante caluroso
<b>Nivel de confort</b>				
¿Cuál es su nivel de confort con relación a la exposición a calor en la estación de trabajo uno? Nota: El confort térmico se puede definir como la condición de la mente que expresa agrado con el ambiente térmico.				
1. Muy conforme	2. Conforme	3. Neutral	4. Inconforme	5. Bastante inconforme
¿Cuál es su nivel de confort con relación a la exposición a calor en la estación de trabajo dos?				
1. Muy conforme	2. Conforme	3. Neutral	4. Inconforme	5. Bastante inconforme
¿Cuál es su nivel de confort con relación a la exposición a calor en la estación de trabajo tres?				
1. Muy conforme	2. Conforme	3. Neutral	4. Inconforme	5. Bastante inconforme
¿Cuál es su nivel de confort con la cantidad de aire que percibe en la estación de trabajo uno?				
1. Muy conforme	2. Conforme	3. Neutral	4. Inconforme	5. Bastante inconforme
¿Cuál es su nivel de confort con la cantidad de aire que percibe en la estación de trabajo dos?				
1. Muy conforme	2. Conforme	3. Neutral	4. Inconforme	5. Bastante inconforme
¿Cuál es su nivel de confort con la cantidad de aire que percibe en la estación de trabajo tres?				
1. Muy conforme	2. Conforme	3. Neutral	4. Inconforme	5. Bastante inconforme
<b>Signos y síntomas por exposición a calor</b>				
Indique cuál de los siguientes síntomas ha experimentado producto de la exposición a calor				
Fatiga o cansancio				
Dolor de cabeza				

Sudoración excesiva	
Irritabilidad	
Dificultad para concentrarse	
Quemaduras	

Apéndice 10. Cuadro de resultados del método AIS

Método AIS		
Estación de trabajo	Colaborador	Grado de aislamiento térmico (clo)
1	1	
2		
3		
1	2	
2		
3		
1	3	
2		
3		
1	4	
2		
3		
1	5	
2		
3		
1	6	
2		
3		

Apéndice 11. Cuadro de resultados de la tasa metabólica basado en la UNE-EN ISO 8996:2005

Estimación de la tasa metabólica basado en la UNE-EN ISO 8996:2005		
Estación de trabajo	Colaborador	Tasa metabólica (W/m <sup>2</sup> )
1	1	
2		
3		
1	2	
2		
3		
1	3	
2		
3		
1	4	
2		
3		
1	5	
2		
3		
1	6	
2		
3		

Apéndice 12. Bitácora de resultados del método REBA.

Bitácora de resultados REBA	
Colaborador:	
Estación de trabajo:	
Máquina:	
<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>
Cuello	
Piernas	
Tronco	
Carga/Fuerza	
Resultado Tabla A	
<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>
Antebrazos	
Muñecas	
Brazos	
Agarre	
Resultado Tabla B	
<b>Puntuación final</b>	
<b>Nivel de acción</b>	

Apéndice 13. Bitácora de resultados del método RULA

Bitácora de resultados RULA	
Colaborador:	
Estación de trabajo:	
Máquina:	
<b>Grupo A - Brazo y muñeca</b>	<b>Puntuación</b>
Brazos	
Antebrazo	
Muñeca	
Utilización muscular	
Fuerza/Carga	
Resultado Tabla A	
<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>
Cuello	
Tronco	
Pierna	
Uso muscular	
Fuerza/Carga	
Resultado Tabla B	
<b>Puntuación final</b>	
<b>Nivel de acción</b>	

Apéndice 14. Acta de muestreo para mediciones de calor tomadas en los procesos productivos de Frame y Cushion.

<b>Acta de muestreo para mediciones de calor en los procesos productivos de Frame y Cushion.</b>							
<b>Información general</b>							
Investigador				Hora de inicio	8:00am		
Fecha				Hora de finalización	4:00pm		
Proceso productivo				Equipo de muestreo	QUESTemp° 36		
Día							
<b>Datos de muestreo</b>							
<b>Estación uno</b>							
Hora de medición	Altura (m)	BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH (°C)
08:00							
08:15							
08:30							
08:45							
09:00							
09:15							
09:30							
09:45							
10:00							
10:15							
10:30							
10:45							
11:00							
11:15							
11:30							
11:45							
12:00							
12:15							
12:30							
12:45							
01:00							
01:15							



01:30							
01:45							
02:00							
02:15							
02:30							
02:45							
03:00							
03:15							
03:30							
03:45							
04:00							
Valor crítico							
Promedio							
<b>Estación dos</b>							
Hora de medición		BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH (°C)
08:00							
08:15							
08:30							
08:45							
09:00							
09:15							
09:30							
09:45							
10:00							
10:15							
10:30							
10:45							
11:00							
11:15							
11:30							
11:45							
12:00							
12:15							
12:30							
12:45							
01:00							
01:15							
01:30							

01:45							
02:00							
02:15							
02:30							
02:45							
03:00							
03:15							
03:30							
03:45							
04:00							
Valor crítico							
Promedio							
<b>Estación tres</b>							
Hora de medición		BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH (°C)
08:00							
08:15							
08:30							
08:45							
09:00							
09:15							
09:30							
09:45							
10:00							
10:15							
10:30							
10:45							
11:00							
11:15							
11:30							
11:45							
12:00							
12:15							
12:30							
12:45							
01:00							
01:15							
01:30							
01:45							

02:00							
02:15							
02:30							
02:45							
03:00							
03:15							
03:30							
03:45							
04:00							
Valor crítico							
Promedio							

Apéndice 15. Cuadro de análisis de la información del índice de TGBH

Estación de trabajo	Índice TGBH Día uno	Índice TGBH Día dos	Índice TGBH Día tres	Valores de referencia para aclimatados en trabajo moderado
Uno				28 °C
Dos				28 °C
Tres				28 °C

Apéndice 16. Cuadro de análisis del Método Fanger

Estación - Día de muestreo	Valores máximos por día								
	BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Grado de aislamiento térmico (clo)	Tasa metabólica (W/m <sup>2</sup> )	PMV	PDD

Apéndice 17. Lista de comprobación ergonómica de la OIT para los controles ingenieriles.

Lista de comprobación ergonómica de la OIT	Fecha:	Proceso productivo:	
	Observador:		
Punto de comprobación	Cumple		Observaciones
	Si	No	
Sección de ergonomía			
Ajustar la altura de trabajo a cada trabajador, situándola al nivel de los codos o ligeramente más abajo.			
Asegurar que los trabajadores más grandes tienen bastante espacio para mover cómodamente las piernas y el cuerpo.			
Situación de los materiales, herramientas y controles más frecuentes utilizados en una zona de cómodo alcance.			
Proporcionar sitios para trabajar sentados a los trabajadores que realicen tareas que exijan precisión o una inspección detallada de elementos			
Proporcionar sillas o banquetas para que se sienten en ocasiones los trabajadores que están de pie.			
Hacer que los puestos con pantallas y teclados, tales como los puestos con pantallas de visualización de datos (PVD), puedan ser regulados por los trabajadores			
Implicar a los trabajadores en la mejora del diseño de su propio puesto de trabajo.			
Sección de calor	Cumple		Observaciones
	Si	No	
Proteger al trabajador del calor excesivo			

Aislar o apartar las fuentes de calor o de frío.			
Mejorar y mantener los sistemas de ventilación para asegurar una buena calidad del aire en los lugares de trabajo.			

Apéndice 18. Ergonomics Assessment Checklist

Proceso productivo	Queja ergonómicas		Postura de cuello incómoda		Flexión de espalda/cadera incómoda		Ángulo de codo extraño		Ángulo de abducción del codo incómodo		Ángulo de flexión de la muñeca incómodo		Altura de estación de trabajo impar		Tareas con una distancia de alcance extrema		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Frame																	
Estación de trabajo uno	100%	0%	100%	0%	60%	40%	100%	0%	20%	80%	100%	0%	100%	0%	0%	100%	
Estación de trabajo dos	0%	100%	100%	0%	60%	40%	60%	40%	20%	80%	0%	100%	80%	20%	100%	0%	
Estación de trabajo tres	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	
Cushion																	
Estación de trabajo uno	100%	0%	100%	0%	60%	40%	40%	60%	0%	100%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	
Estación de trabajo dos	0%	100%	100%	0%	80%	20%	80%	20%	0%	100%	0%	100%	100%	0%	100%	0%	
Estación de trabajo tres	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	

Apéndice 19. Bitácora de resultados de REBA

Bitácora de resultados REBA		Bitácora de resultados REBA	
Proceso productivo	Frame	Proceso productivo	Cushion
Estación de trabajo	Uno	Estación de trabajo	Uno
Máquina:		Máquina:	
<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>
Cuello	2	Cuello	2
Piernas	1	Piernas	1
Tronco	2	Tronco	2
Carga/Fuerza	1	Carga/Fuerza	0
<b>Resultado Tabla A</b>	<b>3</b>	<b>Resultado Tabla A</b>	<b>3</b>
<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>
Antebrazos	2	Antebrazos	2
Muñecas	2	Muñecas	1
Brazos	1	Brazos	2
Agarre	0	Agarre	0
<b>Resultado Tabla B</b>	<b>2</b>	<b>Resultado Tabla B</b>	<b>2</b>
<b>Puntuación final</b>	<b>5</b>	<b>Puntuación final</b>	<b>4</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Es necesaria la actuación</b>	<b>Nivel de acción</b>	<b>Es necesaria la actuación</b>
Bitácora de resultados REBA		Bitácora de resultados REBA	
Proceso productivo	Frame	Proceso productivo	Cushion
Estación de trabajo	Uno	Estación de trabajo	Uno
Máquina:		Máquina:	
<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>
Cuello	2	Cuello	1
Piernas	1	Piernas	1
Tronco	2	Tronco	2
Carga/Fuerza	1	Carga/Fuerza	0
<b>Resultado Tabla A</b>	<b>3</b>	<b>Resultado Tabla A</b>	<b>3</b>

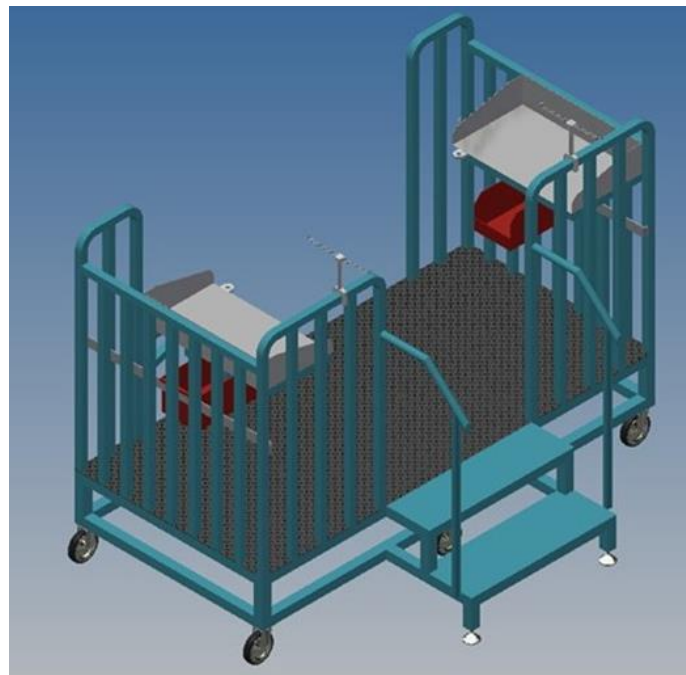
<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>
Antebrazos	2	Antebrazos	2
Muñecas	2	Muñecas	1
Brazos	1	Brazos	3
Agarre	0	Agarre	0
<b>Resultado Tabla B</b>	<b>2</b>	<b>Resultado Tabla B</b>	<b>2</b>
<b>Puntuación final</b>	<b>5</b>	<b>Puntuación final</b>	<b>4</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Es necesaria la actuación</b>	<b>Nivel de acción</b>	<b>Es necesaria la actuación</b>
<b>Bitácora de resultados REBA</b>		<b>Bitácora de resultados REBA</b>	
Proceso productivo	Frame	Proceso productivo	Cushion
Estación de trabajo	Uno	Estación de trabajo	Uno
Máquina:		Máquina:	
<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>
Cuello	1	Cuello	2
Piernas	1	Piernas	1
Tronco	2	Tronco	2
Carga/Fuerza	1	Carga/Fuerza	0
<b>Resultado Tabla A</b>	<b>3</b>	<b>Resultado Tabla A</b>	<b>3</b>
<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>
Antebrazos	2	Antebrazos	2
Muñecas	2	Muñecas	1
Brazos	1	Brazos	2
Agarre	0	Agarre	0
<b>Resultado Tabla B</b>	<b>2</b>	<b>Resultado Tabla B</b>	<b>2</b>
<b>Puntuación final</b>	<b>4</b>	<b>Puntuación final</b>	<b>4</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Es necesaria la actuación</b>	<b>Nivel de acción</b>	<b>Es necesaria la actuación</b>
<b>Bitácora de resultados REBA</b>		<b>Bitácora de resultados REBA</b>	
Proceso productivo	Frame	Proceso productivo	Cushion
Estación de trabajo	Uno	Estación de trabajo	Uno
Máquina:		Máquina:	
<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>



Cuello	1	Cuello	1
Piernas	1	Piernas	1
Tronco	2	Tronco	2
Carga/Fuerza	1	Carga/Fuerza	0
<b>Resultado Tabla A</b>	<b>3</b>	<b>Resultado Tabla A</b>	<b>3</b>
<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>
Antebrazos	2	Antebrazos	2
Muñecas	2	Muñecas	1
Brazos	1	Brazos	3
Agarre	0	Agarre	0
Resultado Tabla B	2	<b>Resultado Tabla B</b>	<b>2</b>
<b>Puntuación final</b>	<b>4</b>	<b>Puntuación final</b>	<b>4</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Es necesaria la actuación</b>	<b>Nivel de acción</b>	<b>Es necesaria la actuación</b>
<b>Bitácora de resultados REBA</b>		<b>Bitácora de resultados REBA</b>	
Proceso productivo	Frame	Proceso productivo	Cushion
Estación de trabajo	Uno	Estación de trabajo	Uno
Máquina:		Máquina:	
<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>
Cuello	2	Cuello	2
Piernas	1	Piernas	1
Tronco	2	Tronco	2
Carga/Fuerza	1	Carga/Fuerza	0
<b>Resultado Tabla A</b>	<b>3</b>	<b>Resultado Tabla A</b>	<b>3</b>
<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>
Antebrazos	2	Antebrazos	2
Muñecas	2	Muñecas	1
Brazos	1	Brazos	2
Agarre	0	Agarre	0
<b>Resultado Tabla B</b>	<b>2</b>	<b>Resultado Tabla B</b>	<b>2</b>
<b>Puntuación final</b>	<b>5</b>	<b>Puntuación final</b>	<b>4</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Es necesaria la actuación</b>	<b>Nivel de acción</b>	<b>Es necesaria la actuación</b>
<b>Bitácora de resultados REBA</b>		<b>Bitácora de resultados REBA</b>	
Proceso productivo	Frame	Proceso productivo	Cushion

Estación de trabajo	Uno	Estación de trabajo	Uno
Máquina:		Máquina:	
<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Grupo A - Cuello, tronco y extremidades inferiores</b>	<b>Puntuación</b>
Cuello	2	Cuello	2
Piernas	1	Piernas	1
Tronco	2	Tronco	3
Carga/Fuerza	1	Carga/Fuerza	0
<b>Resultado Tabla A</b>	<b>3</b>	<b>Resultado Tabla A</b>	<b>4</b>
<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Grupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>
Antebrazos	2	Antebrazos	2
Muñecas	2	Muñecas	1
Brazos	1	Brazos	2
Agarre	0	Agarre	0
<b>Resultado Tabla B</b>	<b>2</b>	<b>Resultado Tabla B</b>	<b>2</b>
<b>Puntuación final</b>	<b>5</b>	<b>Puntuación final</b>	<b>5</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Es necesaria la actuación</b>	<b>Nivel de acción</b>	<b>Es necesaria la actuación</b>

Apéndice 20. Plataforma de trabajo para las estaciones de trabajo de Frame y Cushion



Apéndice 21. Bitácora de resultados RULA

Bitácora de resultados RULA	
Proceso productivo	Frame
Estación de trabajo:	Dos
Máquina:	
Grupo A - Brazo y muñeca	Puntuación
Brazos	1
Antebrazo	1
Muñeca	4
Utilización muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla A	4
Brupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas	Puntuación
Cuello	3
Tronco	2
Pierna	2
Uso muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla B	5
<b>Puntuación final</b>	<b>5</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Se requieren cambios rápidos en el diseño de la tarea y/o puesto de trabajo</b>

Bitácora de resultados RULA	
Proceso productivo	Cushion
Estación de trabajo:	Dos
Máquina:	
Grupo A - Brazo y muñeca	Puntuación
Brazos	1
Antebrazo	1
Muñeca	4
Utilización muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla A	3
Brupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas	Puntuación
Cuello	3
Tronco	2
Pierna	1
Uso muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla B	4
<b>Puntuación final</b>	<b>4</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Pueden requerirsen cambios en la tarea y/o puesto</b>

Bitácora de resultados RULA	
Proceso productivo	Frame
Estación de trabajo:	Dos
Máquina:	
Grupo A - Brazo y muñeca	Puntuación
Brazos	1
Antebrazo	1
Muñeca	4
Utilización muscular	1
Fuerza/Carga	0

Bitácora de resultados RULA	
Proceso productivo	Cushion
Estación de trabajo:	Dos
Máquina:	
Grupo A - Brazo y muñeca	Puntuación
Brazos	1
Antebrazo	1
Muñeca	4
Utilización muscular	1
Fuerza/Carga	0

Resultado Tabla A		4
<b>Brupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>	
Cuello		2
Tronco		2
Pierna		2
Uso muscular		1
Fuerza/Carga		0
Resultado Tabla B		4
<b>Puntuación final</b>		<b>4</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Pueden requerirse cambios en la tarea y/o puesto</b>	

Resultado Tabla A		3
<b>Brupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>	
Cuello		3
Tronco		2
Pierna		2
Uso muscular		1
Fuerza/Carga		0
Resultado Tabla B		5
<b>Puntuación final</b>		<b>5</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Se requieren cambios rápidos en el diseño de la tarea y/o puesto de trabajo</b>	

Bitácora de resultados RULA	
Proceso productivo	Frame
Estación de trabajo:	Dos
Máquina:	
<b>Grupo A - Brazo y muñeca</b>	<b>Puntuación</b>
Brazos	1
Antebrazo	1
Muñeca	4
Utilización muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla A	4
<b>Brupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>
Cuello	2
Tronco	2
Pierna	2
Uso muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla B	4
<b>Puntuación final</b>	<b>4</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Pueden requerirse cambios en la tarea y/o puesto</b>

Bitácora de resultados RULA	
Proceso productivo	Cushion
Estación de trabajo:	Dos
Máquina:	
<b>Grupo A - Brazo y muñeca</b>	<b>Puntuación</b>
Brazos	1
Antebrazo	2
Muñeca	3
Utilización muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla A	3
<b>Brupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>
Cuello	3
Tronco	2
Pierna	1
Uso muscular	1
Fuerza/Carga	0
<b>Resultado Tabla B</b>	<b>4</b>
<b>Puntuación final</b>	<b>4</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Pueden requerirse cambios en la tarea y/o puesto</b>

Bitácora de resultados RULA	
Proceso productivo	Frame
Estación de trabajo:	Dos
Máquina:	
Grupo A - Brazo y muñeca	Puntuación
Brazos	1
Antebrazo	1
Muñeca	4
Utilización muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla A	4
Brupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas	Puntuación
Cuello	3
Tronco	2
Pierna	2
Uso muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla B	5
<b>Puntuación final</b>	<b>5</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Se requieren cambios rápidos en el diseño de la tarea y/o puesto de trabajo</b>

Bitácora de resultados RULA	
Proceso productivo	Cushion
Estación de trabajo:	Dos
Máquina:	
Grupo A - Brazo y muñeca	Puntuación
Brazos	1
Antebrazo	1
Muñeca	4
Utilización muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla A	3
Brupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas	Puntuación
Cuello	3
Tronco	2
Pierna	2
Uso muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla B	5
<b>Puntuación final</b>	<b>5</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Se requieren cambios rápidos en el diseño de la tarea y/o puesto de trabajo</b>

Bitácora de resultados RULA	
Proceso productivo	Frame
Estación de trabajo:	Dos
Máquina:	
Grupo A - Brazo y muñeca	Puntuación
Brazos	1
Antebrazo	1
Muñeca	4
Utilización muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla A	4

Bitácora de resultados RULA	
Proceso productivo	Cushion
Estación de trabajo:	Dos
Máquina:	
Grupo A - Brazo y muñeca	Puntuación
Brazos	1
Antebrazo	1
Muñeca	4
Utilización muscular	1
Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla A	3

<b>Brupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Brupo B - Análisis de brazos, antebrazos y muñecas</b>	<b>Puntuación</b>
Cuello	3	Cuello	3
Tronco	2	Tronco	2
Pierna	2	Pierna	2
Uso muscular	1	Uso muscular	1
Fuerza/Carga	0	Fuerza/Carga	0
Resultado Tabla B	5	Resultado Tabla B	5
<b>Puntuación final</b>	<b>5</b>	<b>Puntuación final</b>	<b>5</b>
<b>Nivel de acción</b>	<b>Se requieren cambios rápidos en el diseño de la tarea y/o puesto de trabajo</b>	<b>Nivel de acción</b>	<b>Se requieren cambios rápidos en el diseño de la tarea y/o puesto de trabajo</b>

Apéndice 22. Grado de aislamiento térmico de los colaboradores por estación de trabajo.

Grado de aislamiento térmico de los colaboradores por estaciones de trabajo		
Estación de trabajo	Colaborador	Grado de aislamiento térmico (clo)
1	1	0,99
2		1,04
3		1,04
1	2	0,82
2		0,77
3		0,77
1	3	0,82
2		0,92
3		0,92
1	4	0,79
2		0,84
3		0,84
1	5	0,86
2		0,91

3		0,91
1	6	0,89
2		0,94
3		0,94
1	7	0,80
2		0,85
3		0,85
1	8	0,81
2		0,86
3		0,86
1	9	0,89
2		0,94
3		0,94
1	10	0,94
2		0,99
3		0,99
1	11	0,86
2		0,91
3		0,91
1	12	0,86
2		0,91
3		0,91
Promedio		0,89



Apéndice 23. Tasas metabólicas por hora en cada proceso productivo.

Estación de trabajo uno												
Hora de medición	Colaborador											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Tasa metabólica (W/m <sup>2</sup> )											
08:00	155	0	0	155	0	0	135	0	0	135	0	0
09:00	0	0	155	0	0	155	0	0	135	0	0	135
10:00	0	155	0	0	155	0	0	135	0	0	135	0
11:00	155	0	0	155	0	0	135	0	0	135	0	0
12:00	0	0	155	0	0	155	0	0	135	0	0	135
13:00	0	155	0	0	155	0	0	135	0	0	135	0
14:00	155	0	0	155	0	0	135	0	0	135	0	0
15:00	0	0	155	0	0	155	0	0	135	0	0	135
16:00	0	155	0	0	155	0	0	135	0	0	135	0
Estación de trabajo dos												
Hora de medición	Colaborador											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Tasa metabólica (W/m <sup>2</sup> )											
08:00	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0
09:00	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0
10:00	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120
11:00	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0
12:00	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0
13:00	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120
14:00	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0
15:00	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0
16:00	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120
Estación de trabajo tres												
Colaborador												

Hora de medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Tasa metabólica (W/m <sup>2</sup> )											
08:00	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120
09:00	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0
10:00	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0
11:00	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120
12:00	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0
13:00	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0
14:00	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120
15:00	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0
16:00	120	0	0	120	0	0	120	0	0	120	0	0

Nota: Las horas donde la tasa metabólica es de cero en los diferentes puestos de trabajo se debe a que esa persona se encontraba en otras de las estaciones de trabajo.

Apéndice 24. Acta de muestreo de las condiciones termo higrométricas

<b>Acta de muestreo para mediciones de calor en los procesos productivos de Frame y Cushion.</b>							
<b>Información general</b>							
Investigador	Luis Alejandro Arroyo Fernández			Hora de inicio	8:00am		
Fecha	25/8/2022			Hora de finalización	4:00pm		
Proceso productivo	Frame			Equipo de muestreo	QUESTemp° 36		
Día 1							
<b>Datos de muestreo</b>							
<b>Estación uno</b>							
Hora de medición	Altura (m)	BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH (°C)
08:00	1,10	19,9	15,9	20	68,80%	0,00	17,13
08:15	1,10	19,9	15,6	19,9	68,80%	0,00	16,89
08:30	1,10	19,9	15,6	19,9	68,80%	0,00	16,89
08:45	1,10	19,9	15,5	19,9	68,80%	0,00	16,82
09:00	1,10	19,8	15,5	20	68,80%	0,00	16,85
09:15	1,10	19,4	15,2	19,9	68,80%	0,00	16,61
09:30	1,10	19,4	15,2	20	68,80%	0,00	16,64
09:45	1,10	19,3	15,2	20	68,80%	0,00	16,64
10:00	1,10	19,5	15,4	20,1	68,80%	0,00	16,81
10:15	1,10	19,5	15,2	20	68,80%	0,00	16,64
10:30	1,10	19,4	15,3	20	68,80%	0,00	16,71
10:45	1,10	19,4	15,3	20,1	68,80%	0,00	16,74

11:00	1,10	19,6	15,4	20	68,80%	0,00	16,78
11:15	1,10	19,8	15,4	20	68,80%	0,00	16,78
11:30	1,10	19,8	15,3	19,9	68,80%	0,00	16,68
11:45	1,10	19,7	15,4	19,9	68,80%	0,00	16,75
12:00	1,10	19,5	15,4	19,8	68,80%	0,00	16,72
12:15	1,10	19,5	15,3	19,8	68,80%	0,00	16,65
12:30	1,10	19,5	15,4	20	68,80%	0,00	16,78
12:45	1,10	19,5	15,3	19,9	68,80%	0,00	16,68
01:00	1,10	19,5	15,4	19,9	68,80%	0,00	16,75
01:15	1,10	19,6	15,2	19,8	68,80%	0,00	16,58
01:30	1,10	19,5	15,3	19,9	68,80%	0,00	16,68
01:45	1,10	19,6	15,4	19,8	68,80%	0,00	16,72
02:00	1,10	19,4	15,3	19,9	68,80%	0,00	16,68
02:15	1,10	19,7	15,4	19,8	68,80%	0,00	16,72
02:30	1,10	19,6	15,3	19,8	68,80%	0,00	16,65
02:45	1,10	19,7	15,3	19,7	68,80%	0,00	16,62
03:00	1,10	19,6	15,3	19,8	68,80%	0,00	16,65
03:15	1,10	19,3	15,2	19,6	68,80%	0,00	16,52
03:30	1,10	19,2	15,2	19,6	68,80%	0,00	16,52
03:45	1,10	19,2	15,2	19,2	68,80%	0,00	16,4
04:00	1,10	19,2	15,2	19,2	68,80%	0,00	16,4
Valor crítico		19,90	15,90	20,10	68,80%	0,00	17,13
Promedio	1,10	19,55	15,35	19,85	68,80%	0,00	16,70
<b>Estación dos</b>							
Hora de medición		BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH (°C)
08:00	1,10	19,1	15,6	19,2	68,80%	0,00	16,68

08:15	1,10	19	15,5	19,2	68,80%	0,00	16,61
08:30	1,10	18,9	15,3	19,1	68,80%	0,00	16,44
08:45	1,10	18,8	15,3	19,1	68,80%	0,00	16,44
09:00	1,10	18,8	15,3	19,1	68,80%	0,00	16,44
09:15	1,10	18,8	15,2	19	68,80%	0,00	16,34
09:30	1,10	19	15,3	19,4	68,80%	0,00	16,53
09:45	1,10	19	15,3	19,4	68,80%	0,00	16,53
10:00	1,10	18,8	15,2	19,3	68,80%	0,00	16,43
10:15	1,10	18,3	15,3	19,3	68,80%	0,00	16,5
10:30	1,10	18,9	15,3	19,3	68,80%	0,00	16,5
10:45	1,10	18,8	15,3	19,3	68,80%	0,00	16,5
11:00	1,10	18,8	15,3	19,3	68,80%	0,00	16,5
11:15	1,10	18,7	15,2	19,1	68,80%	0,00	16,37
11:30	1,10	18,7	15,2	19	68,80%	0,00	16,34
11:45	1,10	18,8	15,3	19,1	68,80%	0,00	16,44
12:00	1,10	18,6	15,1	18,9	68,80%	0,00	16,24
12:15	1,10	18,6	15,2	19	68,80%	0,00	16,34
12:30	1,10	18,8	15,3	19,2	68,80%	0,00	16,47
12:45	1,10	18,6	15,2	19,1	68,80%	0,00	16,37
01:00	1,10	18,8	15,3	19,2	68,80%	0,00	16,47
01:15	1,10	18,8	15,3	19,1	68,80%	0,00	16,44
01:30	1,10	18,9	15,4	19,3	68,80%	0,00	16,57
01:45	1,10	19	15,4	19,3	68,80%	0,00	16,57
02:00	1,10	18,9	15,3	19,1	68,80%	0,00	16,44
02:15	1,10	18,8	15,1	19,1	68,80%	0,00	16,3
02:30	1,10	18,6	15,1	19,1	68,80%	0,00	16,3
02:45	1,10	18,6	15	19	68,80%	0,00	16,2
03:00	1,10	18,7	15,2	18,9	68,80%	0,00	16,31

03:15	1,10	18,6	15,1	18,8	68,80%	0,00	16,21
03:30	1,10	18,4	15	18,7	68,80%	0,00	16,11
03:45	1,10	18,5	15	18,7	68,80%	0,00	16,11
04:00	1,10	18,5	15	18,7	68,80%	0,00	16,11
Valor crítico		19,10	15,60	19,40	0,69	0,00	16,68
Promedio	1,10	18,75	15,24	19,10	68,80%	0,00	16,40
<b>Estación tres</b>							
Hora de medición		BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH (°C)
08:00	1,10	19,3	15,8	19,7	68,80%	0,00	16,97
08:15	1,10	19,1	15,7	19,8	68,80%	0,00	16,93
08:30	1,10	19	15,6	19,6	68,80%	0,00	16,8
08:45	1,10	18,8	15,5	19,5	68,80%	0,00	16,7
09:00	1,10	18,9	15,4	19,6	68,80%	0,00	16,66
09:15	1,10	18,8	15,4	19,6	68,80%	0,00	16,66
09:30	1,10	18,9	15,4	19,9	68,80%	0,00	16,75
09:45	1,10	18,9	15,4	19,9	68,80%	0,00	16,75
10:00	1,10	18,8	15,4	19,8	68,80%	0,00	16,72
10:15	1,10	18,9	15,4	18,9	68,80%	0,00	16,45
10:30	1,10	18,9	15,4	19,9	68,80%	0,00	16,75
10:45	1,10	18,6	15,2	19,7	68,80%	0,00	16,55
11:00	1,10	18,8	15,3	19,6	68,80%	0,00	16,59
11:15	1,10	18,7	15,2	19,5	68,80%	0,00	16,49
11:30	1,10	18,7	15,2	19,5	68,80%	0,00	16,49
11:45	1,10	18,9	15,4	19,7	68,80%	0,00	16,69
12:00	1,10	18,7	15,2	19,6	68,80%	0,00	16,52
12:15	1,10	18,6	15,2	19,3	68,80%	0,00	16,43

12:30	1,10	18,8	15,6	19,7	68,80%	0,00	16,83
12:45	1,10	18,6	15,2	19,3	68,80%	0,00	16,43
01:00	1,10	18,8	15,6	19,7	68,80%	0,00	16,83
01:15	1,10	18,8	15,3	19,5	68,80%	0,00	16,56
01:30	1,10	19	15,4	19,8	68,80%	0,00	16,72
01:45	1,10	19,1	15,4	19,8	68,80%	0,00	16,72
02:00	1,10	18,9	15,3	19,7	68,80%	0,00	16,62
02:15	1,10	18,8	15,4	19,6	68,80%	0,00	16,66
02:30	1,10	18,7	15,3	19,5	68,80%	0,00	16,56
02:45	1,10	18,6	15,2	19,3	68,80%	0,00	16,43
03:00	1,10	18,7	15,2	19,3	68,80%	0,00	16,43
03:15	1,10	18,4	15	19,1	68,80%	0,00	16,23
03:30	1,10	18,3	15	19	68,80%	0,00	16,2
03:45	1,10	18,4	15	19	68,80%	0,00	16,2
04:00	1,10	18,4	15	19	68,80%	0,00	16,2
Valor crítico		19,30	15,80	19,90	68,80%	0,00	16,97
Promedio	1,10	18,78	15,33	19,53	68,80%	0,00	16,59

**Acta de muestreo para mediciones de calor en los procesos productivos de Frame y Cushion.**

**Información general**

Investigador	Luis Alejandro Arroyo Fernández	Hora de inicio	8:00am
Fecha	26/8/2022	Hora de finalización	4:00pm
Proceso productivo	Frame	Equipo de muestreo	QUESTemp° 36

Día 2

**Datos de muestreo**

**Estación uno**

Hora de medición	Altura (m)	BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH (°C)
08:00	1,10	21	16,1	22	66,30%	0,00	17,87
08:15	1,10	21,2	16,2	22,2	66,30%	0,00	18
08:30	1,10	21,2	16,2	22,3	66,30%	0,00	18,03
08:45	1,10	21,2	16,2	22,2	66,30%	0,00	18
09:00	1,10	20,9	16,2	22,3	66,30%	0,00	18,03
09:15	1,10	21,1	16,2	22,4	66,30%	0,00	18,06
09:30	1,10	21	16,3	22,4	66,30%	0,00	18,13
09:45	1,10	21,1	16,4	22,5	66,30%	0,00	18,23
10:00	1,10	21,2	16,4	22,7	66,30%	0,00	18,29
10:15	1,10	21,4	16,5	22,8	66,30%	0,00	18,39
10:30	1,10	21,6	16,7	23	66,30%	0,00	18,59
10:45	1,10	21,7	16,8	23,1	66,30%	0,00	18,69
11:00	1,10	21,8	16,7	23,1	66,30%	0,00	18,62
11:15	1,10	21,8	16,6	23,1	66,30%	0,00	18,55
11:30	1,10	21,9	16,8	23,2	66,30%	0,00	18,72
11:45	1,10	22	16,8	23,2	66,30%	0,00	18,72
12:00	1,10	21,9	16,7	23,3	66,30%	0,00	18,68
12:15	1,10	21,8	16,6	23,1	66,30%	0,00	18,55
12:30	1,10	21,8	16,7	23,1	66,30%	0,00	18,62
12:45	1,10	21,9	16,7	23,4	66,30%	0,00	18,71
01:00	1,10	22	17	23,5	66,30%	0,00	18,95
01:15	1,10	22	17	23,4	66,30%	0,00	18,92
01:30	1,10	22	17	23,5	66,30%	0,00	18,95
01:45	1,10	21,9	16,9	23,3	66,30%	0,00	18,82
02:00	1,10	22	16,9	23,4	66,30%	0,00	18,85



02:15	1,10	21,9	16,9	23,4	66,30%	0,00	18,85
02:30	1,10	21,9	16,7	23,4	66,30%	0,00	18,71
02:45	1,10	21,8	16,9	23,3	66,30%	0,00	18,82
03:00	1,10	21,8	16,9	23,3	66,30%	0,00	18,82
03:15	1,10	21,8	16,8	23,2	66,30%	0,00	18,72
03:30	1,10	21,7	16,6	23,1	66,30%	0,00	18,55
03:45	1,10	21,6	16,6	23,1	66,30%	0,00	18,55
04:00	1,10	21,6	16,6	23,1	66,30%	0,00	18,55
Valor crítico		22,00	17,00	23,50	66,30%	0,00	18,95
Promedio	1,10	21,62	16,62	22,98	66,30%	0,00	18,53
<b>Estación dos</b>							
Hora de medición		BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH (°C)
08:00	1,10	21,20	16,50	21,20	66,30%	0,00	17,91
08:15	1,10	21,30	16,50	21,30	66,30%	0,00	17,94
08:30	1,10	21,40	16,40	21,40	66,30%	0,00	17,90
08:45	1,10	21,40	16,50	21,30	66,30%	0,00	17,94
09:00	1,10	21,40	16,60	21,50	66,30%	0,00	18,07
09:15	1,10	21,70	16,80	21,70	66,30%	0,00	18,27
09:30	1,10	21,80	16,80	21,80	66,30%	0,00	18,30
09:45	1,10	21,80	16,90	21,80	66,30%	0,00	18,37
10:00	1,10	22,00	17,00	22,00	66,30%	0,00	18,50
10:15	1,10	22,10	16,90	22,10	66,30%	0,00	18,46
10:30	1,10	22,10	17,00	22,10	66,30%	0,00	18,53
10:45	1,10	22,20	17,10	22,20	66,30%	0,00	18,63
11:00	1,10	22,20	17,10	22,20	66,30%	0,00	18,63
11:15	1,10	22,10	16,90	22,10	66,30%	0,00	18,46

11:30	1,10	22,10	17,00	22,10	66,30%	0,00	18,53
11:45	1,10	22,50	17,30	22,50	66,30%	0,00	18,86
12:00	1,10	22,40	17,30	22,70	66,30%	0,00	18,92
12:15	1,10	22,20	17,10	22,60	66,30%	0,00	18,75
12:30	1,10	22,60	17,40	22,80	66,30%	0,00	19,02
12:45	1,10	22,60	17,40	22,80	66,30%	0,00	19,02
01:00	1,10	22,70	17,50	22,70	66,30%	0,00	19,06
01:15	1,10	22,70	17,40	22,80	66,30%	0,00	19,02
01:30	1,10	22,60	17,30	22,70	66,30%	0,00	18,92
01:45	1,10	22,60	17,30	22,80	66,30%	0,00	18,95
02:00	1,10	22,70	17,30	22,70	66,30%	0,00	18,92
02:15	1,10	22,60	17,40	22,70	66,30%	0,00	18,99
02:30	1,10	22,60	17,50	23,00	66,30%	0,00	19,15
02:45	1,10	22,60	17,40	23,00	66,30%	0,00	19,08
03:00	1,10	22,50	17,40	22,90	66,30%	0,00	19,05
03:15	1,10	22,50	17,40	22,70	66,30%	0,00	18,99
03:30	1,10	22,40	17,20	22,70	66,30%	0,00	18,85
03:45	1,10	22,40	17,20	22,60	66,30%	0,00	18,82
04:00	1,10	22,40	17,20	22,60	66,30%	0,00	18,82
Valor crítico		22,70	17,50	23,00	66,30%	0,00	19,15
Promedio	1,10	22,19	17,09	22,31	66,30%	0,00	18,66
<b>Estación tres</b>							
Hora de medición		BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH (°C)
08:00	1,10	21,2	16,8	21,4	66,30%	0,00	18,18
08:15	1,10	21,2	16,9	21,5	66,30%	0,00	18,28
08:30	1,10	21,3	16,9	21,5	66,30%	0,00	18,28

08:45	1,10	21,4	16,8	21,7	66,30%	0,00	18,27
09:00	1,10	21,4	16,8	21,7	66,30%	0,00	18,27
09:15	1,10	21,4	16,8	21,8	66,30%	0,00	18,3
09:30	1,10	21,5	17	21,9	66,30%	0,00	18,47
09:45	1,10	21,7	17	22	66,30%	0,00	18,5
10:00	1,10	21,8	17	22,2	66,30%	0,00	18,56
10:15	1,10	21,8	17,1	22,2	66,30%	0,00	18,63
10:30	1,10	22	17,2	22,4	66,30%	0,00	18,76
10:45	1,10	22,2	17,3	22,5	66,30%	0,00	18,86
11:00	1,10	22,2	17,3	22,5	66,30%	0,00	18,86
11:15	1,10	22	17,2	22,4	66,30%	0,00	18,76
11:30	1,10	22,1	17,2	22,4	66,30%	0,00	18,76
11:45	1,10	22,3	17,4	22,6	66,30%	0,00	18,96
12:00	1,10	22,3	17,3	22,7	66,30%	0,00	18,92
12:15	1,10	22,3	17,3	22,7	66,30%	0,00	18,92
12:30	1,10	22,6	17,2	22,7	66,30%	0,00	18,85
12:45	1,10	22,4	17,3	22,9	66,30%	0,00	18,98
01:00	1,10	22,5	17,5	23,1	66,30%	0,00	19,18
01:15	1,10	22,5	17,5	23,1	66,30%	0,00	19,18
01:30	1,10	22,5	17,6	23	66,30%	0,00	19,22
01:45	1,10	22,5	17,5	23	66,30%	0,00	19,15
02:00	1,10	22,5	17,4	22,9	66,30%	0,00	19,05
02:15	1,10	22,4	17,4	22,8	66,30%	0,00	19,02
02:30	1,10	22,5	17,5	22,8	66,30%	0,00	19,09
02:45	1,10	22,5	17,4	22,9	66,30%	0,00	19,05
03:00	1,10	22,4	17,3	22,8	66,30%	0,00	18,95
03:15	1,10	22,3	17,4	22,7	66,30%	0,00	18,99
03:30	1,10	22,3	17,3	22,6	66,30%	0,00	18,89

03:45	1,10	22,2	17,3	22,4	66,30%	0,00	18,83
04:00	1,10	22,1	17,4	22,4	66,30%	0,00	18,9
Valor crítico		22,6	17,6	23,1	66,30%	0,00	19,22
Promedio	1,10	22,07	17,22	22,43	66,30%	0,00	18,78
<b>Acta de muestreo para mediciones de calor en los procesos productivos de Frame y Cushion.</b>							
<b>Información general</b>							
Investigador	Luis Alejandro Arroyo Fernández			Hora de inicio	8:00am		
Fecha	27/8/2022			Hora de finalización	4:00pm		
Proceso productivo	Frame			Equipo de muestreo	QUESTemp° 36		
Día 3							
<b>Datos de muestreo</b>							
<b>Estación uno</b>							
Hora de medición	Altura (m)	BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH (°C)
08:00	1,10	20,50	16,00	21,90	66,20%	0,00	17,77
08:15	1,10	20,60	16,10	21,90	66,20%	0,00	17,84
08:30	1,10	20,60	16,10	21,80	66,20%	0,00	17,81
08:45	1,10	20,70	16,20	22,00	66,20%	0,00	17,94
09:00	1,10	20,90	16,30	22,20	66,20%	0,00	18,07
09:15	1,10	21,00	16,20	22,40	66,20%	0,00	18,06
09:30	1,10	21,10	16,20	22,40	66,20%	0,00	18,06
09:45	1,10	21,20	16,40	22,40	66,20%	0,00	18,20
10:00	1,10	21,20	16,60	22,60	66,20%	0,00	18,40
10:15	1,10	21,20	16,40	22,60	66,20%	0,00	18,26

10:30	1,10	21,20	16,50	22,70	66,20%	0,00	18,36
10:45	1,10	21,30	16,30	22,80	66,20%	0,00	18,25
11:00	1,10	21,40	16,60	22,90	66,20%	0,00	18,49
11:15	1,10	21,30	16,60	22,90	66,20%	0,00	18,49
11:30	1,10	21,40	16,60	22,90	66,20%	0,00	18,49
11:45	1,10	21,60	16,70	23,10	66,20%	0,00	18,62
12:00	1,10	21,90	16,70	23,20	66,20%	0,00	18,65
12:15	1,10	21,90	16,70	23,30	66,20%	0,00	18,68
12:30	1,10	22,00	16,80	23,30	66,20%	0,00	18,75
12:45	1,10	22,10	16,90	23,30	66,20%	0,00	18,82
01:00	1,10	22,10	16,90	23,40	66,20%	0,00	18,85
01:15	1,10	22,20	16,90	23,30	66,20%	0,00	18,82
01:30	1,10	22,20	17,10	23,40	66,20%	0,00	18,99
01:45	1,10	22,10	17,10	23,30	66,20%	0,00	18,96
02:00	1,10	22,10	17,10	23,20	66,20%	0,00	18,93
02:15	1,10	22,20	17,20	23,20	66,20%	0,00	19,00
02:30	1,10	22,20	17,20	23,10	66,20%	0,00	18,97
02:45	1,10	22,10	17,30	23,20	66,20%	0,00	19,07
03:00	1,10	22,30	17,20	23,20	66,20%	0,00	19,00
03:15	1,10	22,10	17,20	23,10	66,20%	0,00	18,97
03:30	1,10	22,00	17,10	23,10	66,20%	0,00	18,90
03:45	1,10	22,00	17,10	23,10	66,20%	0,00	18,90
04:00	1,10	22,00	17,10	23,00	66,20%	0,00	18,87
Valor crítico		22,30	17,30	23,40	66,20%	0,00	19,07
Promedio	1,10	21,60	16,71	22,85	66,20%	0,00	18,55
<b>Estación dos</b>							

Hora de medición		BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH (°C)
08:00	1,10	21,10	16,40	21,10	66,20%	0,00	17,81
08:15	1,10	21,10	16,40	21,10	66,20%	0,00	17,81
08:30	1,10	21,20	16,40	21,20	66,20%	0,00	17,84
08:45	1,10	21,10	16,40	21,30	66,20%	0,00	17,87
09:00	1,10	21,30	16,20	21,30	66,20%	0,00	17,73
09:15	1,10	21,30	16,40	21,40	66,20%	0,00	17,90
09:30	1,10	21,50	16,60	21,60	66,20%	0,00	18,10
09:45	1,10	21,50	16,60	21,80	66,20%	0,00	18,16
10:00	1,10	21,50	16,70	21,70	66,20%	0,00	18,20
10:15	1,10	21,50	16,70	21,70	66,20%	0,00	18,20
10:30	1,10	21,50	16,70	21,70	66,20%	0,00	18,20
10:45	1,10	21,70	16,80	21,80	66,20%	0,00	18,30
11:00	1,10	21,80	16,80	22,00	66,20%	0,00	18,36
11:15	1,10	21,80	16,90	22,10	66,20%	0,00	18,46
11:30	1,10	21,80	16,90	22,10	66,20%	0,00	18,46
11:45	1,10	22,00	17,00	22,20	66,20%	0,00	18,56
12:00	1,10	22,00	16,80	22,10	66,20%	0,00	18,39
12:15	1,10	22,10	16,90	22,20	66,20%	0,00	18,49
12:30	1,10	22,10	16,90	22,20	66,20%	0,00	18,49
12:45	1,10	22,30	16,90	22,30	66,20%	0,00	18,52
01:00	1,10	22,30	17,10	22,30	66,20%	0,00	18,66
01:15	1,10	22,20	16,90	22,30	66,20%	0,00	18,52
01:30	1,10	22,20	16,90	22,30	66,20%	0,00	18,52
01:45	1,10	22,10	16,90	22,30	66,20%	0,00	18,52
02:00	1,10	22,10	17,10	22,40	66,20%	0,00	18,69

02:15	1,10	22,20	17,10	22,30	66,20%	0,00	18,66
02:30	1,10	22,20	17,10	22,30	66,20%	0,00	18,66
02:45	1,10	22,10	17,20	22,20	66,20%	0,00	18,70
03:00	1,10	22,10	17,20	22,20	66,20%	0,00	18,70
03:15	1,10	22,10	17,20	22,20	66,20%	0,00	18,70
03:30	1,10	22,00	17,10	22,10	66,20%	0,00	18,60
03:45	1,10	21,90	17,10	22,00	66,20%	0,00	18,57
04:00	1,10	21,90	17,10	22,00	66,20%	0,00	18,57
Valor crítico		22,30	17,20	22,40	66,20%	0,00	18,70
Promedio	1,10	21,81	16,83	21,93	66,20%	0,00	18,36
<b>Estación tres</b>							
Hora de medición		BS (°C)	BH(°C)	TG(°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Índice TGBH (°C)
08:00	1,10	20,90	16,70	21,10	66,20%	0,00	18,02
08:15	1,10	21,00	16,70	21,10	66,20%	0,00	18,02
08:30	1,10	20,90	16,70	21,10	66,20%	0,00	18,02
08:45	1,10	20,90	16,80	21,20	66,20%	0,00	18,12
09:00	1,10	21,10	16,90	21,20	66,20%	0,00	18,19
09:15	1,10	21,20	16,90	21,40	66,20%	0,00	18,25
09:30	1,10	21,40	16,90	21,60	66,20%	0,00	18,31
09:45	1,10	21,40	17,10	21,70	66,20%	0,00	18,48
10:00	1,10	21,50	17,10	21,70	66,20%	0,00	18,48
10:15	1,10	21,60	17,10	21,90	66,20%	0,00	18,54
10:30	1,10	21,70	17,00	21,90	66,20%	0,00	18,47
10:45	1,10	21,80	17,20	22,10	66,20%	0,00	18,67
11:00	1,10	21,80	17,10	22,10	66,20%	0,00	18,60
11:15	1,10	21,80	17,20	22,00	66,20%	0,00	18,64

11:30	1,10	21,80	17,20	22,00	66,20%	0,00	18,64	
11:45	1,10	21,80	17,10	22,20	66,20%	0,00	18,63	
12:00	1,10	21,90	17,20	22,30	66,20%	0,00	18,73	
12:15	1,10	21,90	17,30	22,30	66,20%	0,00	18,80	
12:30	1,10	22,00	17,30	22,40	66,20%	0,00	18,83	
12:45	1,10	22,10	17,30	22,40	66,20%	0,00	18,83	
01:00	1,10	22,20	17,40	22,50	66,20%	0,00	18,93	
01:15	1,10	22,20	17,40	22,40	66,20%	0,00	18,90	
01:30	1,10	22,20	17,30	22,40	66,20%	0,00	18,83	
01:45	1,10	22,20	17,20	22,40	66,20%	0,00	18,76	
02:00	1,10	22,30	17,20	22,30	66,20%	0,00	18,73	
02:15	1,10	22,20	17,10	22,30	66,20%	0,00	18,66	
02:30	1,10	22,20	17,10	22,30	66,20%	0,00	18,66	
02:45	1,10	22,20	17,10	22,20	66,20%	0,00	18,63	
03:00	1,10	22,10	17,10	22,20	66,20%	0,00	18,63	
03:15	1,10	22,10	17,00	22,20	66,20%	0,00	18,56	
03:30	1,10	22,00	17,00	22,10	66,20%	0,00	18,53	
03:45	1,10	22,00	17,10	22,00	66,20%	0,00	18,57	
04:00	1,10	22,00	17,10	22,00	66,20%	0,00	18,57	
Valor crítico		22,30	17,40	22,50	66,20%	0,00	18,93	
Promedio		1,10	21,77	17,09	21,97	66,20%	0,00	18,55



Apéndice 25. Evaluaciones de riesgo de los procesos productivos para el plan de rotación

Proceso productivo	Resultado REBA	Nivel de riesgo	Nivel de acción
Cushion horizontal	2	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
Flaceplate	1	Inapreciable	No es necesaria la actuación
Termoplástico	1	Inapreciable	No es necesaria la actuación
Flapper	1	Inapreciable	No es necesaria la actuación

## Apéndice 26. Infografía de pausas activas

# Pausas activas

 Pausas activas 

Procedimiento de pausas activas para máquinas verticales

- 

Flexione el cuello de manera lenta hasta que sienta una leve tensión, sostenga por 10 segundos. Ahora ejécutelo de la misma manera, pero tirando el cuello hacia atrás.
- De pie, con los brazos sobre la cabeza, sostenga un codo con la mano del otro brazo. Lentamente, tire el codo hacia el cuello, mantenga 15 segundos. Hágalo a ambos lados.


- 

Lleve hacia adelante la mano y voltee hacia abajo todos los dedos, con ayuda de la otra mano ejerciendo un poco de presión hacia atrás durante 15 segundos.
- Levante la rodilla hasta donde le sea posible y sostenga esta posición durante 15 segundos. Mantenga recta la espalda y la pierna de apoyo. Hágalo con ambas piernas.



### Beneficios

- Disminuyen el estrés y la sensación de fatiga tanto visual como corporal.
- Previenen enfermedades músculo esqueléticas.
- Estimulan y favorecen la circulación sanguínea.
- Mejoran la capacidad de concentración.
- Mejoran el desempeño laboral.

## Apéndice 27. Formulario de nivel de cumplimiento del plan de capacitación

Empresa de dispositivos médicos	Página 1 de 1
Formulario de evaluación de la capacitación	Versión: A
	Código: VCI

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Luis Alejandro Arroyo Fernández Estudiante de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.		

Mediante el siguiente cuestionario se pretende evaluar la capacitación brindada		
Puntos por evaluar	Cumple	No cumple
<b>Capacitación</b>		
¿El entrenamiento duró el tiempo preestablecido?		
¿Se vieron todos los temas?		
¿La distribución del tiempo fue la correcta?		
¿Se brindaron espacios para dudas?		
¿Se evacuaron todas sus dudas?		
<b>Capacitador</b>		
¿El entrenador habló claro y se entendió todo lo comentado?		
¿El entrenador demostró tener dominio en los temas explicados?		
¿El entrenador generó un ambiente de confianza y fomentó la participación?		
<b>Satisfacción</b>		
¿Considera que la información brindada le ayudará a mejorar sus prácticas de trabajo?		

# I. Anexos

## Anexo 1. Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires

The diagram below shows the approximate position of the body parts referred to in the questionnaire. Please answer by marking the appropriate box.

	During the last work <u>week</u> how often did you experience ache, pain, discomfort in:					If you experienced ache, pain, discomfort, how uncomfortable was this?			If you experienced ache, pain, discomfort, did this interfere with your ability to work?		
	Never	1-2 times last week	3-4 times last week	Once every day	Several times every day	Slightly uncomfortable	Moderately uncomfortable	Very uncomfortable	Not at all	Slightly interfered	Substantially interfered
Neck	<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"/>
Shoulder (Right)	<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"/>
Shoulder (Left)	<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"/>
Upper Back	<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"/>
Upper Arm (Right)	<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"/>
Upper Arm (Left)	<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"/>
Lower Back	<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"/>
Forearm (Right)	<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"/>
Forearm (Left)	<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"/>
Wrist (Right)	<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"/>
Wrist (Left)	<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"/>
Hip/Buttocks	<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"/>
Thigh (Right)	<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"/>
Thigh (Left)	<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"/>
Knee (Right)	<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"/>
Knee (Left)	<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"/>
Lower Leg (Right)	<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"/>
Lower Leg (Left)	<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"/>

© Cornell University, 1994

Fuente: Universidad de Cornell. (1994).

Anexo 2. 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	
>20° flexión o extensión	2	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral

**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 0°-20° extensión	2	Añadir + 1 si hay torsión o inclinación lateral
20°-60° flexión >20° extensión	3	
> 60° flexión	4	

**CARGA / FUERZA**

0	1	2	+ 1
< 5 Kg.	5 a 10 Kg.	> 10 Kg.	Instauración rápida o brusca

Resultado TABLA A →

Empresa: .....  
Puesto de trabajo: .....  
Realizó: .....  
Fecha: .....

**TABLA A**

PIERNAS	TRONCO				
	1	2	3	4	5
1	1	2	2	3	4
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8
5	5	6	7	8	9
6	6	7	8	9	10
7	7	8	9	10	11
8	8	9	10	11	12
9	9	10	11	12	13
10	10	11	12	13	14
11	11	12	13	14	15

**TABLA B**

MUÑECA	BRAZO					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	3	4	6
2	2	2	2	4	5	7
3	3	3	3	5	6	8
4	4	4	4	6	7	9
5	5	5	5	7	8	10
6	6	6	6	8	9	11
7	7	7	7	9	10	12
8	8	8	8	10	11	13
9	9	9	9	11	12	14
10	10	10	10	12	13	15
11	11	11	11	13	14	16

**TABLA C**

Puntuación B											
1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	7
2	1	1	2	3	4	4	5	6	7	7	8
3	2	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	9	9	9	9
6	5	6	6	7	8	9	9	10	10	10	10
7	6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11
8	7	8	8	9	10	10	10	11	11	11	11
9	8	9	9	10	10	11	11	11	12	12	12
10	9	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12
11	10	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
12	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Resultado TABLA B

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

**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

Resultado TABLA C

Puntuación A + Puntuación B = Puntuación Final

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 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 3. Hoja de campo del método RULA

## Método R.U.L.A. Hoja de Campo

### A. Análisis de brazo y muñeca

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Paso 7: Añadir puntuación de la fuerza/Carga**  
Si la carga < 2 kg (intermitente): +0  
Si es de 2 kg a 10 kg (intermitente): +1  
Si es de 2 kg a 10 kg (estático o repetido): +2  
Si es una carga > 10 kg (repetido o estática): +3

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

**CALIFICACIÓN**

**Tabla A**

Brazo	Ante-brazo	Muñeca					
		0° a 15°	15° a 30°	30° a 45°	45° a 60°		
1	1	1	2	2	3	3	3
2	2	2	2	2	3	3	3
3	3	3	3	3	3	4	4
4	4	4	4	4	4	4	5
5	5	5	5	5	5	6	6
6	6	6	6	6	6	7	7
7	7	7	7	7	7	8	8
8	8	8	8	8	8	9	9
9	9	9	9	9	9	9	9

**Tabla B**

Cuello	Tronco							
	1	2	3	4	5	6		
1	1	2	3	4	5	6	7	7
2	2	3	4	5	6	7	7	7
3	3	3	4	4	5	6	7	7
4	4	4	4	5	6	7	7	8
5	5	5	5	6	7	7	8	8
6	6	6	6	7	7	8	8	8

**Tabla C**

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

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

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

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

**Paso 10: Localizar posición tronco**

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

**Paso 11: Piernas**

Si piernas y pies apoyados y equilibrados: +1  
Si no: +2

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

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

**Paso 14: Añadir puntuación de fuerza/carga**  
Si la carga < 2 kg (intermitente): +0  
Si es de 2 kg a 10 kg (intermitente): +1  
Si es de 2 kg a 10 kg (estático o repetido): +2  
Si es > 10 kg (repetido o estática): +3

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

**Puntuación Final**

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

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

Puesto/Sección: \_\_\_\_\_

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

Técnico: \_\_\_\_\_

**Puntuación FINAL: 1 ó 2 = Aceptable; 3 ó 4 ampliar estudio; 5 ó 6 ampliar el estudio y modificar pronto; 7 estudiar y modificar inmediatamente**

Fuente: Ergonautas (2015)

Anexo 4. UNE-EN ISO 8996:2005, Anexo B, tasa metabólica mediante valores tabulados para diversas actividades.

**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

## Anexo 5. Valores de referencia del TGBH

**Tabla A.1.** Valores de referencia correspondientes a una situación dada

Clases de consumo metabólico	Consumo metabólico, M		Valor de referencia <i>TGBH</i>			
	Relativo a un área superficial del piel unidad $W/m^2$	Total (Para un área superficial de piel media de $1,8 m^2$ ) W	Persona aclimatada al calor °C		Persona no aclimatada al calor °C	
0 (descanso)	$M \leq 65$	$M \leq 117$	33		32	
1	$65 < M \leq 130$	$117 < M \leq 234$	30		29	
2	$130 < M \leq 200$	$234 < M \leq 360$	28		26	
3	$200 < M \leq 260$	$360 < M \leq 468$	No sensible el movimiento del aire 25	Sensible el movimiento del aire 26	No sensible el movimiento del aire 22	Sensible el movimiento del aire 23
4	$M > 260$	$M > 468$	23	25	18	20

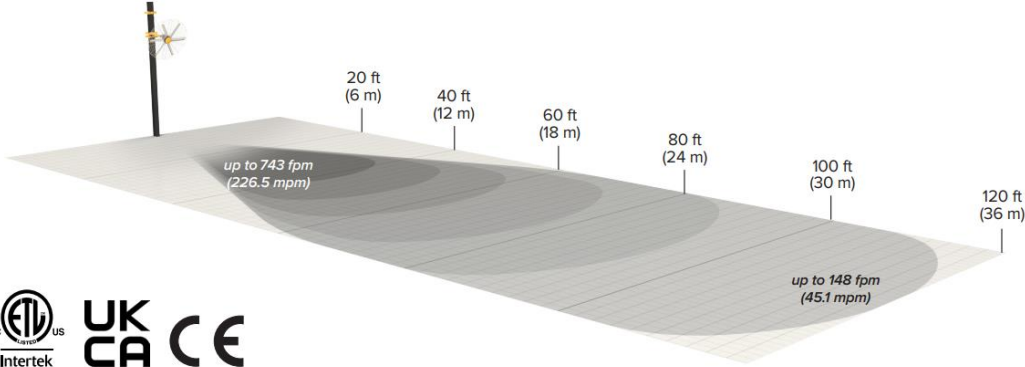
**Nota.** Los valores han sido establecidos permitiendo un máximo de temperatura rectal de 38 °C para la persona referida.



# Anexo 6. Distancia de alcance del flujo de aire y velocidad del ventilador Pivot

## Airflow Velocity

Measured in feet per minute (meters per minute)



Column-mounted Pivot tested at 10 ft (3 m) above floor with four sensors at varying heights.

Lead times may vary. See full warranty for coverage information.

Fuente: Big Ass Fans. (s.f)

