



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA  
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**TITULO**

Estudio investigativo sobre los factores que ocasionan Trastornos Músculos Esqueléticos (TMEs), en trabajadores mineros que laboran en la empresa HEMCO S.A. Nicaragua.

**AUTOR.**

Br. Ramiro José López Centeno.

**TUTOR**

Ing. Julio Cesar Alemán Salazar.

**Managua, 01 de Septiembre de 2017.**



## DEDICATORIA.

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

De igual forma, dedico esta monografía a mi madre María Ignacia y mi padre Silvio López, que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en cada momentos más difíciles, muchas gracias padres por haberme dado una carrera para mi futuro, todo esto se lo debo a ustedes.

A mi hermano y hermana que siempre han estado junto a mí y brindándome su apoyo siempre, los quiero mucho.

A mis abuelas por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir buenos y malos momentos.

Todos mis amigos, Roberto Felipe, Ricardo Luciano, Erenia Robleto, Abigail Leyton, Víctor Manuel U, Katherine Ascencio, Roger Gutiérrez, Jesús Díaz, Julián Tercero, Nadieska Analiz, Maite López, Alexander Zacarias, Livio Brenes, Adiack Chevez, Liuba Cruz, Javier Romero, Stanford Lam, gracias chicos por compartir un poco de su tiempo conmigo y por su apoyo incondicional.

Por último, pero no menos importante a los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la monografía.

## RESUMEN.

La investigación tuvo como objetivo unas series de evaluaciones ergonómicas a una muestra de cargos de la empresa seleccionados con un alto grado de criticidad, con la terminación de conocerse los factores de riesgos ergonómicos al cual estaba expuesto el trabajador y de establecer propuestas de mejoras en los puestos estudiados.

Para llevar a cabo esta investigación fue necesario un seguimiento de cada una de las actividades realizadas por los trabajadores por medio de la observación directa, entrevistas y evidencia fotográfica; y así poder detectar los factores que inciden en la aparición de este tipo de lesiones músculo esqueléticos.

De igual manera se propuso unos métodos con el cual se pudo identificar, evaluar y controlar los riesgos ergonómicos presentados en la empresa, dando como resultado las acciones requeridas a tomar en cada riesgo. Por lo tanto se logró determinar el grado de peligrosidad para cada puesto de trabajo al cual presentan: movimientos repetitivos, levantamiento de carga, al igual que manipulación, postura forzada, vibración y estrés térmico. Cabe destacar que las propuestas de mejoras se desarrolló con el apoyo del personal con conocimiento en el campo de Salud y Seguridad Industrial, que permitió en disminuir estos tipos de riesgo que se presentaban en los puestos de trabajos, a como son los equipos de protección personal (EPP), mecanizar los procesos, trabajo en equipo y aumento de personal.

## ÍNDICE.

<b>INTRODUCCIÓN.</b> .....	1
<b>ANTECEDENTES.</b> .....	2
<b>JUSTIFICACIÓN.</b> .....	3
<b>OBJETIVOS.</b> .....	4
<b>MARCO TEÓRICO.</b> .....	5
<b>1. Ergonomía.</b> .....	5
<b>2. Higiene industrial.</b> .....	5
<b>3. Seguridad industrial.</b> .....	5
<b>4. Riesgo laboral.</b> .....	5
<b>5. Diagrama de Pareto.</b> .....	6
5.1 Elaboración del diagrama de Pareto. ....	6
<b>6. Trastornos músculo esqueléticos.</b> .....	7
<b>7. Factores de riesgo de trastornos músculo esqueléticos.</b> .....	7
7.1 Levantamiento de cargas. ....	7
7.2 Posturas forzadas. ....	8
7.3 Movimiento repetitivo. ....	8
7.4 Manipulación manual de carga. ....	8
7.5 Vibraciones. ....	9
7.6 El estrés térmico. ....	9
<b>8. Métodos para evaluar los puestos de trabajo.</b> .....	11
8.1 Ecuación de NIOSH. ....	11
8.2 Método OWAS. ....	11
8.3 Método G-INSHT. ....	12

8.4 Índice WBGT.....	12
8.5 Evaluación por estimación (Vibración mano-brazo).....	12
8.6 Método Ergo/IBV.....	13
<b>9. Análisis y presentación de resultados.....</b>	<b>14</b>
9.1 Metodología aplicada.....	14
9.1.1 Tipo de investigación.....	14
9.1.2 Diseño de investigación.....	14
9.2 Muestra representativa.....	15
9.3 Herramientas para la recolección de información de la empresa.....	15
9.4 Identificación de las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo a estudiar.....	16
9.5 Selección de los puestos de trabajo con mayor criticidad ergonómica.....	18
<b>10. Identificación de los factores de riesgos mediante observaciones directa de las tareas laborales.....</b>	<b>21</b>
10.1 Factores de riesgo en Laboratorio Químico HEMCO.....	22
10.2 Factores de riesgo en Mina Subterránea.....	22
10.3 Factores de riesgo en Mantenimiento Plantel HEMCO.....	23
<b>11. Distribución porcentual de las enfermedades y/o lesiones que se presenta con mayor incidencia en los procesos de estudio.....</b>	<b>24</b>
11.1 Presencia de los factores de riesgo por cada uno de los puestos de trabajo en Laboratorio Químico, Mina Subterránea, Mantenimiento Plantel HEMCO.....	27
<b>11.2 Análisis de los puestos de trabajo.....</b>	<b>28</b>
11.2.1 Laboratorio químico.....	28
11.2.2 Mantenimiento Plantel HEMCO.....	29
11.2.3 Mina Subterránea.....	30



Lider en Ciencia y Tecnología



<b>12. Evaluación de los riesgos ergonómicos en los trabajadores.</b> .....	33
<b>12.1</b> Operador de hornos de laboratorio químico HEMCO. ....	33
<b>12.2</b> Mecánico A. Mantenimiento Plantel HEMCO.....	43
<b>12.3</b> Timbrería. Mina Subterránea.....	47
<b>12.4</b> Mineros. Mina Subterránea.....	58
Minero A.....	58
Minero C.....	65
<b>13. Propuesta de mejoras para los puestos de trabajo estudiados.</b> .....	72
1) Operador de hornos.....	72
2) Mecánico A. ....	74
3) Timbrería.....	75
4) Minero A y C. ....	77
<b>CONCLUSIONES.</b> .....	80
<b>RECOMENDACIONES.</b> .....	82
<b>BIBLIOGRAFIA.</b> .....	84

## TABLAS.

<b>Tabla 1.</b> Herramientas para la colección de información. ....	16
<b>Tabla 2.</b> Área administrativa y operacional de la empresa HEMCO Nicaragua, S.A.....	17
<b>Tabla 3.</b> Morbilidad de HEMCO del año 2015.....	18
<b>Tabla 4.</b> Datos que representa el tiempo y la repetitividad de los brazos y manos por cada subtareas realizada por el operario. ....	33
<b>Tabla 5.</b> Cálculo total de las puntuaciones promedio por cada zona corporal (cuello, brazos y manos).....	34
<b>Tabla 6.</b> Clasificación de las puntuaciones promedio de las variables de riesgo y nivel asignado. ....	35
<b>Tabla 7.</b> Datos para el cálculo de manipulación manual de cargas. ....	37
<b>Tabla 8.</b> Resultados del peso total transportado diariamente.....	38
<b>Tabla 9.</b> Actividades que realiza el operador de horno en el área de fundición de muestras.....	40
<b>Tabla 10.</b> Resultados del índice WBGT y las kilocalorías consumidas por él operario.....	41
<b>Tabla 11.</b> Clasificación de las posturas observada en el mecánico A.....	44
<b>Tabla 12.</b> Nivel de riesgo por el número de posturas.....	45
<b>Tabla 13.</b> Clasificación de las posturas observada en el timbrero. ....	48
<b>Tabla 14.</b> Nivel de riesgo por el número de posturas.....	49
<b>Tabla 15.</b> Datos para el cálculo de manipulación manual de cargas.....	51
<b>Tabla 16.</b> Resultado del peso aceptable.....	52
<b>Tabla 17.</b> Resultados del peso total transportado diariamente. ....	53
<b>Tabla 18.</b> Datos para el cálculo de levantamiento de carga. ....	54
<b>Tabla 19.</b> Resultado del índice de levantamiento por cada tarea.....	55
<b>Tabla 20.</b> Clasificación de las posturas observada en el minero A.....	58





<b>Tabla 21.</b> Nivel de riesgo por el número de posturas.....	59
<b>Tabla 22.</b> Datos para el cálculo.....	61
<b>Tabla 23.</b> Datos para el cálculo de levantamiento de carga. ....	63
<b>Tabla 24.</b> Resultado del índice de levantamiento. ....	63
<b>Tabla 25.</b> Clasificación de las posturas observada en el minero C.....	65
<b>Tabla 26.</b> Nivel de riesgo por el número de posturas.....	66
<b>Tabla 27.</b> Datos para el cálculo.....	68
<b>Tabla 28.</b> Datos para el cálculo de levantamiento de carga.....	70
<b>Tabla 29.</b> Resultado del índice de levantamiento.....	70

## GRAFICOS.

<b>Gráfico 1.</b> Diagrama de Pareto de Laboratorio químico HEMCO con cargo de mayor criticidad. ....	19
<b>Gráfico 2.</b> Diagrama de Pareto de Mantenimiento Plantel HEMCO con cargo de mayor criticidad. ....	20
<b>Gráfico 3.</b> Diagrama de Pareto de Mina Subterránea con cargos de mayor criticidad. ....	21
<b>Gráfica 4.</b> Distribución de frecuencia de los motivos de consulta por trastornos músculo esqueléticos de los trabajadores de Mina Subterránea. Noviembre 2013-2015. ....	24
<b>Gráfica 5.</b> Distribución de frecuencia de los motivos de consulta por trastornos músculo esqueléticos de los trabajadores de Mantenimiento Plantel HEMCO. Noviembre 2013-2015. ....	25
<b>Gráfica 6.</b> Distribución de frecuencia de los motivo de consulta por trastornos músculo esqueléticos de los trabajadores de Laboratorio Químico HEMCO. Noviembre 2013-2015. ....	26
<b>Gráfica 7.</b> Presencia de factores de riesgo en los puestos de trabajo que predisponen en aparición de trastornos músculo esqueléticos en los trabajadores de Laboratorio Químico, Mina Subterránea, Mantenimiento Plantel HEMCO. Noviembre 2013-2015. ....	27
<b>Gráfica 8.</b> Comparación de los distintos pesos de acuerdo al peso aceptable que el operador debe manipular. ....	39
<b>Gráfica 9.</b> Relación del calor metabólico y el tiempo. ....	42
<b>Gráfica 10.</b> Porcentaje según el nivel de riesgo calculado. ....	45
<b>Gráfica 11.</b> Porcentaje según el nivel de riesgo calculado. ....	49
<b>Gráfica 12.</b> Etapa con mayor frecuencia de levantamiento. ....	57
<b>Gráfica 13.</b> Porcentaje según el nivel de riesgo calculado. ....	60
<b>Gráfica 15.</b> Porcentaje según el nivel de riesgo calculado. ....	67

## ANEXOS.

<b>Anexo 1.</b> Estructura de la entrevista al personal. ....	I
<b>Anexo 2.</b> Equipos de medición. ....	II
<b>Anexo 3.</b> Puntuaciones promedia de las posturas de los brazos, del cuello y de las muñecas, de la intensidad del esfuerzo de las manos y de la repetitividad de brazos y manos.....	III
<b>Anexo 4.</b> Nivel de riesgo en Cuello-Hombro a corto, medio y largo plazo.....	IV
<b>Anexo 5.</b> Nivel de riesgo en Mano-Muñeca.....	IV
<b>Anexo 6.</b> Niveles de riesgo de lesión músculo esquelética en cuello y mano-muñeca. ....	V
<b>Anexo 7.</b> Riesgo en función del Peso Real de la Carga y del Peso Aceptable. ....	V
<b>Anexo 8.</b> Límites de carga transportada diariamente. ....	V
<b>Anexo 9.</b> Peso total por cada tabla y cantidad de crisol. ....	VI
<b>Anexo 10.</b> Codificación de posturas. ....	VI
<b>Anexo 11.</b> Categoría de riesgo por códigos de postura.....	VII
<b>Anexo 12.</b> Categorías de riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa.....	VIII
<b>Anexo 13.</b> Categorías de riesgo y acciones correctivas. ....	VIII
<b>Anexo 14.</b> Fórmula para levantamiento compuesto. ....	IX
<b>Anexo 15.</b> Determinación de la existencia de riesgos. ....	IX
<b>Anexo 16.</b> Valores que dan lugar a una acción y valores límites.....	X
<b>Anexo 17.</b> Normativas. ....	XI
<b>Anexo 18.</b> Ilustraciones. ....	XIII

## INTRODUCCIÓN.

HEMCO es una compañía dedicada a la exploración y explotación minera, a la generación de energía hidroeléctrica, al establecimiento de plantaciones forestales y a la tercerización de servicios de negocios. Con presencia en Bonanza, Región Autónoma De la Costa Caribe Norte (RACCN), así como el centro, el norte y la capital de Nicaragua. Genera empleos de calidad y brinda capacitación constante como parte de su política laboral. HEMCO ejecuta políticas dirigidas a garantizar la salud y seguridad de sus empleados, así como el cuidado, conservación y renovación del medio ambiente.

En la mina a igual que la planta de beneficio y laboratorio químico, es unas de las áreas labores donde existen mayores riesgos para la salud y seguridad del trabajador, de acuerdo a datos clínicos y también por el colaborador; presentando en ellos dolores musculares y lesiones, por tales razones se ve requerido realizar un estudio sobres estos factores que ocasionan trastornos músculo esqueléticos, esta investigación nos permitirá identificar, evaluar e imponer alternativas de mejoras para reducir el nivel de lesiones y enfermedades en las áreas donde se presenta con frecuencia estos padecimientos.

Los trastornos músculo esqueléticos son algunos de los resultado de la sobrecarga muscular en actividades laborales por posturas, fuerza y movimientos repetitivos con intensidad, frecuencia y duración definidos; es relevante identificarlos con métodos ergonómicos predictivos que permitan realizar acciones para advertir las consecuencias citadas.

## ANTECEDENTES.

Las empresas mineras en Nicaragua actualmente son: La Libertad (Reporte de incidentes TMEs, 2016) ubicada en Chontales, La Mina de Limón ubicada en León y HEMCO ubicada en Bonanza. En estas tres industrias explotadoras de oro no se han ejecutado estudios previos sobre los trastornos músculo esqueléticos, por lo cual los trabajadores han presentado lesiones y enfermedades por origen laboral en las áreas que son muy riesgosas, además que ellos trabajan empíricamente sin tener conocimiento base sobre las realizaciones de sus tareas; subiendo así el índice de peligrosidad y la frecuencia en que aparezcan estos tipos trastornos.

HEMCO al no contar con procedimientos ergonómicos de TMEs; la empresa realizaba de manera empírica la seguridad de estos trastornos a los trabajadores, también se contaron con archivos médicos (Ramírez, R, 2016) de la clínica Nueva Esperanza y por quejas o molestias de los colaboradores de estos tipos de enfermedades o lesiones, razón que dio lugar en hacer un estudio que permitió determinar cuáles son estos factores; de igual manera se supo el nivel de exposición que se encontraban ellos. Se elaboraron propuestas de mejoras para controlar o disminuir estas lesiones, con la objetividad que la población no muestre afectaciones de estas anomalías.

## JUSTIFICACIÓN.

La empresa minera HEMCO, está interesada en mejorar las condiciones laborales y de salud de sus trabajadores, además que pretende mejorar la calidad de vida de los colaboradores, debido a esto se realizara una investigación para controlar los eventos asociados con el desarrollo de los trastornos músculo esquelético, pretendiendo, a través del estudio la reducción de las lesiones en los trabajadores de la empresa, mediante observaciones y evaluaciones de las áreas de Mina subterránea, Planta de beneficio y Laboratorio químico, obteniendo así resultados positivo y a la vez beneficiosos para el colaborador.

Este estudio se implementó con ayuda de métodos ergonómico, lo que sirvió de base la información para controlar o disminuir estos factores de riesgos que pueden incidir en la aparición de patología, reduciendo de esta manera los trastornos músculo esquelético, perdida de producción por personal lesionado, así como un ambiente más seguro y ergonómico para desarrollo de las actividades laborales.

## OBJETIVOS.

### Objetivo general.

- Determinar los factores de riesgos ergonómicos que ocasionan Trastorno Músculo Esqueléticos (TMEs) a las personas que desarrollan las operaciones mineras de HEMCO Nicaragua.

### Objetivos específicos.

- Identificar los Factores de Riesgos de los TMEs mediante observaciones directas de las tareas laborales.
- Evaluar el nivel de riesgos de las personas expuestas mediante distintas metodologías ergonómicas.
- Elaborar propuesta de mejoras de los factores ergonómicos para los puestos de trabajos estudiados.

## MARCO TEÓRICO.

### 1. Ergonomía.

Es el conjunto de técnicas que tratan de prevenir la actuación de los factores de riesgos asociados a la propia tarea del trabajador (Ministerio del trabajo, 2008).

### 2. Higiene industrial.

Es una técnica no médica dedicada a reconocer, evaluar y controlar aquellos factores ambientales o tensiones emanadas (ruido, iluminación, temperatura, contaminantes químicos y contaminantes biológicos) o provocadas por el lugar de trabajo que pueden ocasionar enfermedades o alteración de la salud de los trabajadores.

### 3. Seguridad industrial.

Es el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen como objetivo principal la prevención y protección contra los factores de riesgo que pueden ocasionar accidentes de trabajo.

### 4. Riesgo laboral.

El concepto de riesgo está vinculado a la cercanía, contigüidad o inminencia de un posible daño. La noción, de este modo, está asociada a la posibilidad de que se produzca un daño. Laboral, por su parte, es aquello relacionado con el trabajo. (Pérez Porto & J. Gardey, A. 2016).



## 5. Diagrama de Pareto.

El diagrama de Pareto es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras, que permiten identificar prioridades y causas, ya que se ordenan por orden de importancia a los diferentes problemas que se presentan en un proceso (Gutiérrez Pulido, H, 2009). El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

El principal uso que tiene el elaborar este tipo de diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Evaluar todas las fallas, saber si se pueden resolver o mejor evitarla.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos y rebotes internos del pronosticado.

### 5.1 Elaboración del diagrama de Pareto.

Los pasos a seguir para la elaboración de un diagrama de Pareto son:

1. Agrupar los datos por categorías, de acuerdo con un criterio determinado.
2. Tabular los datos: Comenzando por la categoría que contenga más elementos y, siguiendo en orden descendente, calcular:
  - Frecuencia absoluta.
  - Frecuencia absoluta acumulada.
  - Frecuencia relativa unitaria.
  - Frecuencia relativa acumulada.
3. Dibujar el diagrama de Pareto.

4. Representar el gráfico de barras correspondiente que, en el eje horizontal, aparecerá también en orden descendente.
5. Delinear la curva acumulativa: Se dibuja un punto que represente el total de cada categoría. Tras la conexión de estos puntos se formará una línea poligonal.
6. Identificar el diagrama: etiquetándolo con datos como: título, fecha de realización, periodo estudiado.
7. Analizar el diagrama de Pareto.

## **6. Trastornos músculo esqueléticos.**

Por “trastornos músculo esqueléticos” se entienden los problemas de salud del aparato locomotor, es decir, de músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos y nervios. Esto abarca todo tipo de dolencias, desde las molestias leves y pasajeras hasta las lesiones irreversibles e incapacitantes. (Mossink, Jos & C. M, 2004).

## **7. Factores de riesgo de trastornos músculo esqueléticos.**

### **7.1 Levantamiento de cargas.**

#### **Peso excesivo.**

El exceso de peso es un importante factor de riesgo que, si es lo bastante acusado en relación con la capacidad del que levanta, puede producir un daño agudo como resultado de un solo levantamiento. Los excesos más moderados, pero repetidos, aparecen con frecuencia asociados al dolor de la espalda baja (lumbalgia) (Consejería de Empleo, 2012).

## 7.2 Posturas forzadas.

Las posturas forzadas o mantenidas son posiciones de trabajo en las que una o varias regiones anatómicas del cuerpo dejan de estar en una posición natural de confort para pasar a una posición forzada que suelen derivar en lesiones por sobrecarga. (Laboral, A. e, 2010).

Existen numerosas actividades en las que el trabajador adopta posturas forzadas: son comunes en trabajos en bipedestación, sedestación prolongada, talleres de reparación, centros de montaje mecánico, etc.

## 7.3 Movimiento repetitivo.

Son una serie de movimientos (Nogareda, S., & García, C, 2009) continuos y parecidos que se realizan cuando los ciclos de trabajo son cortos, provocan un gran número de enfermedades y lesiones de origen laboral que se localizan en hombro, codo, muñeca y mano, conocidas como tendinitis, epicondilitis, síndrome del túnel carpiano.... Existe repetitividad cuando los ciclos de trabajo son menores de 30 segundos o cuando se repiten los mismos movimientos o gestos durante el 50% del ciclo.

## 7.4 Manipulación manual de carga.

A efectos del **Real Decreto 487/1997** se entenderá por manipulación manual de cargas (artículo 2): *“cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores”*. (Mas, D., & J. A, 2015).

Se entiende por vibraciones (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2014) cualquier movimiento oscilante que efectúa una partícula alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular o aleatorio en dirección, frecuencia y/o intensidad. Son más habituales aquellas vibraciones aleatorias.

Dentro de las posibles clasificaciones de las vibraciones, interesa sobre todo, la basada en el modo de transmisión de las mismas al cuerpo humano. En este sentido, se clasifican en dos:

### **Clasificación de las vibraciones.**

**Vibraciones de cuerpo completo:** Son aquellas vibraciones que se producen cuando gran parte del peso del cuerpo humano descansa sobre una superficie vibrante. Se transmiten generalmente a través de los asientos o de los pies. (Real Decreto 1311/2005. Ministerio de trabajo y Asuntos Sociales, 2005).

**Vibraciones mano-brazo:** Se transmiten por las manos del trabajador a través generalmente del agarre de herramientas mecánicas. Suelen afectar al sistema mano- brazo.

### **7.6 El estrés térmico.**

El estrés térmico corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan. (Luna Mendoza, P., 1999).

Entre los factores que se miden y que determinan el estrés térmico potencial se incluyen: la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del aire, la radiación, la actividad metabólica y el tipo de ropa (emisividad y radiación de la misma). La medición de estos factores permite determinar las demandas térmicas internas y externas que dan lugar a la termorregulación del cuerpo humano. En definitiva, las mediciones de estrés térmico constituyen la base de la evaluación del ambiente térmico de trabajo, pero no predicen de manera exacta si las condiciones bajo las que está trabajando una persona no suponen un riesgo para su salud.

Un nivel de estrés térmico medio o moderado puede dificultar la realización del trabajo, pero cuando se aproximan a los límites de tolerancia del cuerpo humano, aumenta el riesgo de trastornos derivados de la exposición al calor.

## 8. Métodos para evaluar los puestos de trabajo.

### 8.1 Ecuación de NIOSH.

La Ecuación de NIOSH es posible evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga. El resultado de la aplicación de la ecuación es el Peso Máximo Recomendado (**RWL: Recommended Weight Limit**) que se define como el peso máximo que es recomendable levantar en las condiciones del puesto para evitar el riesgo de lumbalgias o problemas de espalda. Además, a partir del resultado de la aplicación de la ecuación, se obtiene una valoración de la posibilidad de aparición de trastornos como los citados dadas las condiciones del levantamiento y el peso levantado. (Mas, D., & J. A, 2015).

### 8.2 Método OWAS (Sistema de análisis de trabajo Ovako).

El método OWAS (Mas, D., & J. A. (2015) es un método observacional, es decir, parte de la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea a intervalos regulares. Las posturas observadas son clasificadas en **252 posibles combinaciones** según la posición de la **espalda**, los **brazos**, y las **piernas** del trabajador, además de la magnitud de la **carga** que manipula mientras adopta la postura.

Cada postura observada es clasificada asignándole un **código de postura**. A partir del código de cada postura se obtiene una valoración del riesgo o incomodidad que supone su adopción asignándole una **Categoría de riesgo** (OWAS distingue cuatro Niveles o Categorías de riesgo para cada postura).

### 8.3 Método G-INSHT.

El método es especialmente adecuado para la evaluación de tareas susceptibles de provocar lesiones de tipo dorso-lumbar, y está orientado a la evaluación de manipulaciones que se realizan en posición de pie. Sin embargo, realiza algunas indicaciones sobre los levantamientos realizados en posición sentada que podría orientar al evaluador acerca del riesgo asociado al levantamiento en dicha postura, en cualquier caso inadecuado. (Mas, D., & J. A. (2015).

### 8.4 Índice WBGT.

El índice **WBGT** se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo **TG** y la temperatura húmeda natural **THN**. A veces se emplea también la temperatura seca del aire, **TA**. (Luna Mendoza, P, 1999).

### 8.5 Evaluación por estimación (Vibración mano-brazo).

La estimación de A(8) (Lavín Ortiz, N, 2008) puede efectuarse en una primera aproximación, tal y como dice el Real Decreto 1311/ 2005, a partir de la observación de las prácticas de trabajo específicas y de las informaciones relativas a los niveles de emisión de los equipos de trabajo utilizados. A esta “evaluación por estimación”, le seguiría la evaluación por medición en el caso de que no se pudiera concluir o llevarse a cabo.

El método ERGO/IBV permite analizar tareas repetitivas de miembro superior con ciclos de trabajo claramente definidos, con el fin de evaluar el riesgo de lesión musculoesquelética en la zona del cuello-hombro y en la zona de la mano-muñeca (Nogareda, S., & García, C, 2009).



## **9. Análisis y presentación de resultados.**

En este acápite se consideró los cargos de la empresa donde se encuentra las mayores criticidades, el análisis de las condiciones de trabajo a través de la identificación de los riesgos, las recomendaciones o sugerencias para los puestos estudiados y por último los formatos diseñados para la evaluación de los puestos de trabajo de la empresa.

### **9.1 Metodología aplicada.**

#### **9.1.1 Tipo de investigación.**

La investigación que conlleva este estudio sobre los factores que ocasiona trastornos músculos esqueléticos en los trabajadores, es de carácter descriptivo; por lo cual estos datos se fundamenta en encuesta, observaciones y muestreos, para describir los trastornos que están asociados con el riesgo ergonómico. De acuerdo a la información recogida se realiza una interpretación estadística, lo que ayudo a identificar cada factor de riesgo que se encontraron presente en las áreas de trabajo, de este modo se propondrá una mejora apropiada para reducir y controlar estos trastornos en cada área de trabajo a estudiar.

#### **9.1.2 Diseño de investigación.**

El estudio es de carácter no experimental y transversal descriptivo.

El estudio es no experimental porque no se pueden manipular una o diversas variables, además los datos a recoger se consiguió de los colaboradores; mientras que la transversal se realiza en un solo período la recopilación de los datos, ya que ayudará a saber el tiempo de exposición, evaluar las posturas incorrectas o manipulación de carga con sobrepeso y efectuar un plan de mejora, esto permitirá

plasmar cambios correctivo de posturas o movimientos brusco del cuerpo en las áreas a estudiar, teniendo presente las enfermedades y lesiones que origina la investigación por lo cual se sometió a evaluación en campo los escenarios en donde se elabora unas propuestas de mejoras.

### **9.2 Muestra representativa.**

Se determinó por medio de la herramienta de Pareto, que las áreas para analizar serian: Laboratorio Químico, Mina Subterránea y Mantenimiento Plantel HEMCO, por su alto grado de peligrosidad en lo que a posturas y movimientos repetitivos se refiere en estos tres departamentos se cuenta con 131 trabajadores.

### **9.3 Herramientas para la recolección de información de la empresa.**

Para la elaboración del estudio de trastornos músculo esqueléticos, se requiere que se apliquen diversas técnicas de recolección de datos (ver tabla 1), siendo una de las principales la visita a la Mina subterránea, Laboratorio químico y Mantenimiento plantel HEMCO, también se realizaran entrevistas a los encargados de cada área.

La elaboración del estudio requiere realizar una evaluación ergonómica sobre los trastornos músculo esqueléticos de acuerdo a las metodologías propuestas por la empresa.

**Tabla 1.** Herramientas para la colección de información.

Sujetos, consultas y áreas estudiadas.		Herramientas.
Observación directa.	Área de mina subterránea, laboratorio químico y mantenimiento plantel HEMCO.	Notas y apunte, fotografías y videos
Ergonomía.		Métodos: OWA, NIOSH, INSHT, TGWH, Erbo/IBV y Evaluación por estimación. Vibración mano-brazo.
Entrevista directa.	Minero A, Minero C, Operadores de hornos, Personal de Timbrería, Mecánicos A.	Entrevista verbal (Ver anexo nº 1).
Mediciones	Área de mina subterránea, laboratorio químico y mantenimiento plantel HEMCO.	Heat Stress Meter Extech ht30, Kestrel Pocket Weather Tracker 4000

Fuente: Elaboración propia.

#### 9.4 Identificación de las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo a estudiar.

Para la realización de este estudio se inició con la identificación de los puestos de trabajo de la empresa, recopilado la cantidad de áreas que existen en la compañía y asimismo se seleccionaron los cargos en cual el trabajador está expuesto a factores de riesgos ergonómicos.

La empresa HEMCO cuenta con 55 áreas. Para fines de este estudio y consideraciones de áreas por especialista en salud medica; se seleccionaron los siguientes: Laboratorio químico HEMCO, Mina Subterránea, Mantenimiento Plantel

HEMCO, ya que la mayoría de los cargos de estos departamentos se encuentran en áreas operativas, lo que significa que algunos de estos trabajadores pueden permanecer expuestos a factores de riesgos ergonómicos como: postura forzada, estrés térmico, manipulación manual de cargas, levantamiento de cargas, movimiento repetitivo, vibración mano-brazo.

**Tabla 2.** Área administrativa y operacional de la empresa HEMCO Nicaragua, S.A.

Áreas.	
Administración Bonanza	Montajes Industriales
Administración Managua	Pemin
Ambiente	Perforación
Clínica Medica	Planeamiento Minero
Contabilidad	Plantel HEMCO
Control de Calidad Planteles	Plantel La Curva
Control Pequeña Minería	Plantel Rosita
Equipos Pesados	Plantel Vesmisa
Exploración	Protección Integral
Exploración Nicaragua	Proyectos
Gcia. Planeación e Ingeniería de Mtto.	Recursos Humanos
Generación Eléctrica	Responsabilidad Social Empresarial
Geología	Servicios Generales
Gerencia de Asuntos Jurídicos	SISO
Gerencia de Mantenimiento	Sistemas de Gestión
Gerencia de Planeamiento	Suministros
Ingeniería y Construcción	Tajo Abierto
Laboratorio Químico	Taller Automotriz
Logística	Taller Carpintería
Mantenimiento de Caminos	Taller Eléctrico
Mantenimiento La Curva	Taller Industrial
Mantenimiento Mina	Taller Lamparera
Mantenimiento Plantel HEMCO	Taller Locomotoras
Mantenimiento Planteles	Tecnología Informática
Mantenimiento Taladros	Tesorería
Mantenimiento Vesmisa	Transporte
Mina Subterránea	Vicepresidencia de operaciones mineras
Minería Artesanal	Presidencia

**Fuente:** Administrativo HEMCO Bonanza.

### 9.5 Selección de los puestos de trabajo con mayor criticidad ergonómica.

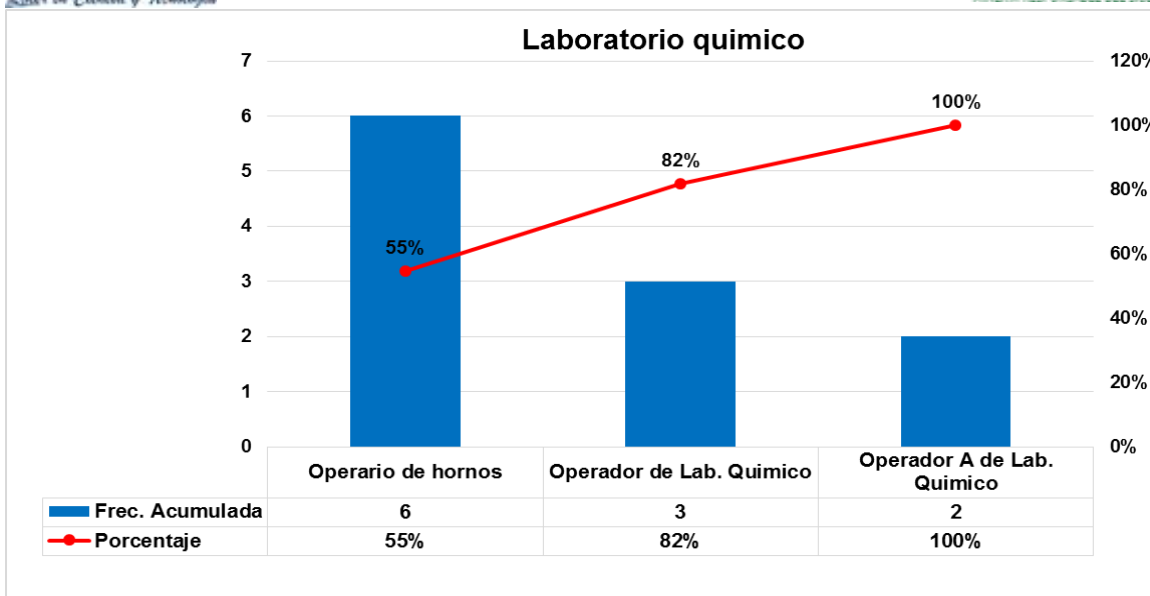
En la siguiente tabla se muestra algunos registros históricos de morbilidad de los trabajadores de la empresa durante el año 2015, puede suponerse que algunas afectaciones son posiblemente causadas por factores laborales.

**Tabla 3.** Morbilidad de HEMCO del año 2015.

Procesos	Área	Enfermedad/Afectación	Riesgos	N° personas afectadas.
Laboratorio químico	Operativa	Lumbalgia, Espondiloartrosis	Estrés térmico, Movimiento repetitivo, Manipulación y Levantamiento carga,	11 personas afectadas.
Mina Subterránea	Operativa	Lumbalgia, Sacrolumbalgia, Dorsolumbalgia, Cervical, Artrosis en extremidades superior e inferior, Espondiloartrosis	Manipulación manual de carga, Levantamiento de carga, Vibraciones, Postura forzada.	79 personas afectadas.
Mantenimiento Plantel HEMCO	Operativa	Lumbalgia, Sacrolumbalgia	Manipulación manual de carga, Levantamiento de carga, Postura forzada, Movimiento repetitivo.	38 personas afectadas.

**Fuente:** Clínica Médica Nueva Esperanza.

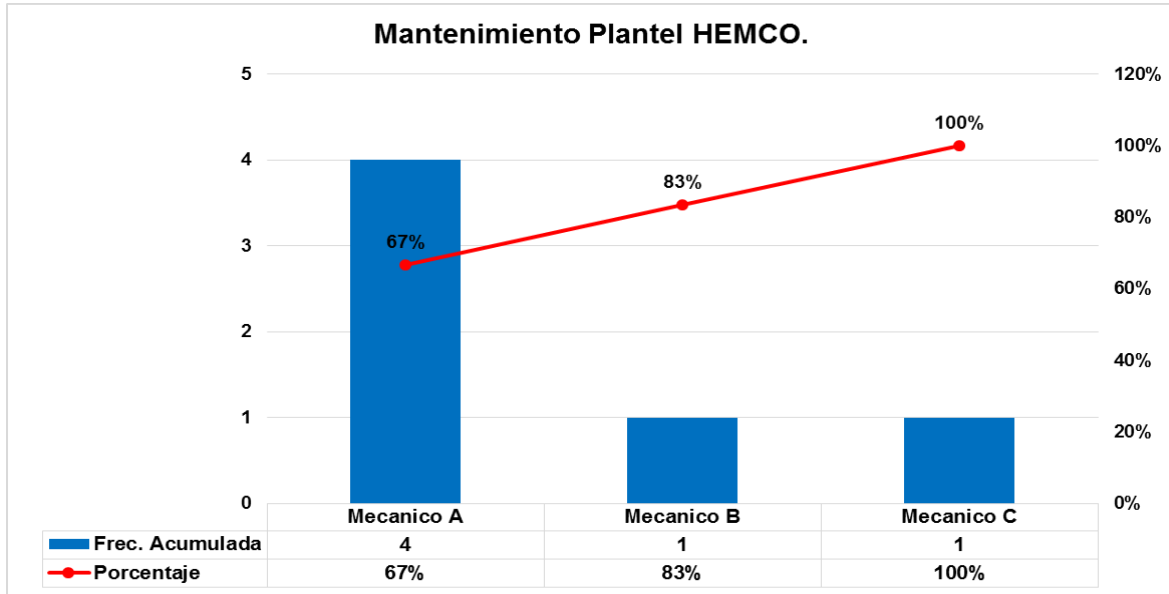
Para objeto de estudio se seleccionó un total de 5 cargos, pertenecientes a las áreas de Mina Subterránea, Laboratorio químico y Mantenimiento Plantel HEMCO, ya que estas áreas presentan mayor exposición a factores físicos y ergonómicos, basados en los registros de morbilidad observados en los datos de clínica Nueva Esperanza.



**Gráfico 1.** Diagrama de Pareto de Laboratorio químico HEMCO con cargo de mayor criticidad.

**Fuente:** Elaboración propia.

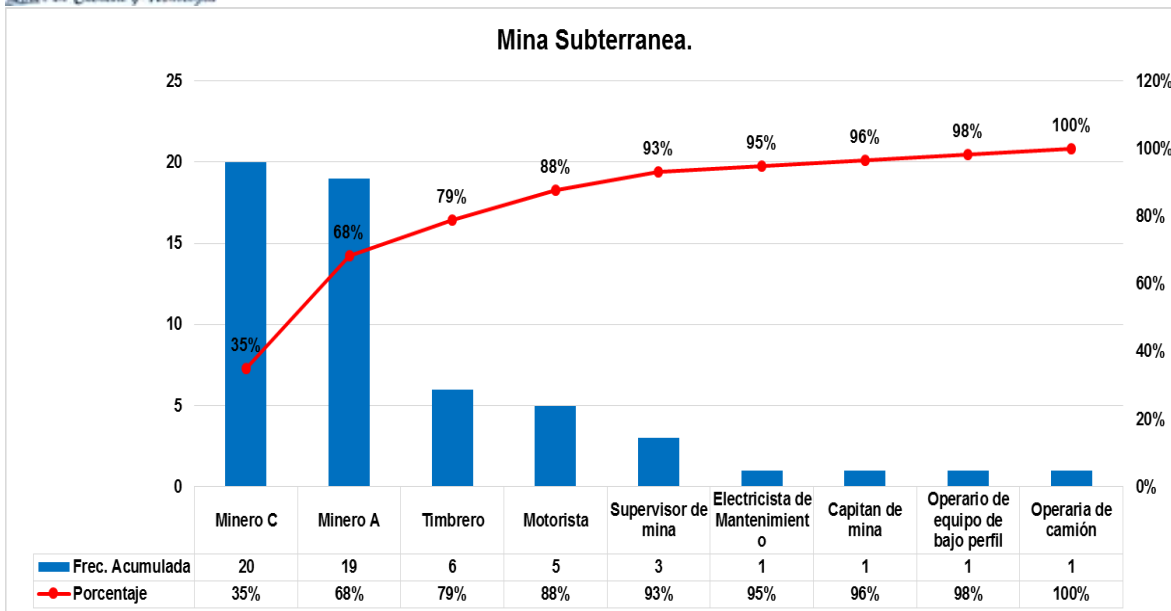
Mediante el diagrama de Pareto de laboratorio químico se puede deducir que el cargo que se tomará a la realización del estudio es Operario de horno, debido que presenta una frecuencia mayor que los demás cargos.



**Gráfico 2.** Diagrama de Pareto de Mantenimiento Plantel HEMCO con cargo de mayor criticidad.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Mediante el diagrama de Pareto de Mantenimiento Plantel HEMCO se puede deducir que el cargo que se tomará a la realización del estudio es Mecánico A, debido que presenta una frecuencia mayor que los demás cargos.



**Gráfico 3.** Diagrama de Pareto de Mina Subterránea con cargos de mayor criticidad.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Mediante el diagrama de Pareto de Mina Subterránea se puede deducir que el cargo que se tomará a la realización del estudio es Minero A, Minero C y Timbrero, debido que presenta una frecuencia mayor que los demás cargos.

## 10. Identificación de los factores de riesgos mediante observaciones directa de las tareas laborales.

Es importante señalar que los trastornos músculo esqueléticos a nivel del cuello, espalda, extremidades superior e inferior están relacionados a múltiples factores de riesgos, siendo los más relevantes los factores físicos representados por postura forzada, movimiento repetitivo, manipulación de carga, levantamiento de carga, vibración mano-brazo y estrés térmico.



## **10.1 Factores de riesgo en Laboratorio Químico HEMCO.**

Los tres cargos que presenta Pareto se eligió al operario de hornos, mediante esto se realizó una visita visual al área en donde el personal efectúa distintas actividades físicas que involucra las extremidades superiores durante el turno de 8 horas, lo cual se tuvo los siguientes factores de riesgo, tales como:

### **Factores de riesgos de lesiones osteomusculares.**

1. Manejo de carga con giro del tronco.
2. Movimiento repetitivo de brazos, muñeca (desviación lateral, flexión/extensión y pronación/supinación) y cuello inclinado o girado.
3. Estrés térmico por calor.

## **10.2 Factores de riesgo en Mina Subterránea.**

Esta área se eligió 3 cargos de los 9 que se ejecuta, las cuales son: Timbreros, Minero A y Minero C, en cual se presentó con mayor frecuencia mediante la gráfica de Pareto que me permitió seleccionar los más relevantes. En las áreas se programó una visita meramente visual en los puestos de trabajos para identificar que parte de su cuerpo están involucrado a factores riesgos que perjudican su salud, lo cuales tenemos:

### **Factores de riesgos de lesiones osteomusculares.**

#### **Para el Minero A y C.**

1. Levantamiento de carga con la espalda inclinada y tronco girado poco pronunciado.
2. Postura forzada de la espalda, tronco y extremidades superior e inferior.

3. Manejo de carga con sobrepeso de la misma.
4. Alta Vibración en mano-brazo.

#### **Para el Timbrero.**

1. Levantamiento de carga con la espalda inclinada y tronco girado poco pronunciado.
2. Postura forzada de la espalda y tronco.
3. Manejo de carga con sobrepeso de la misma.

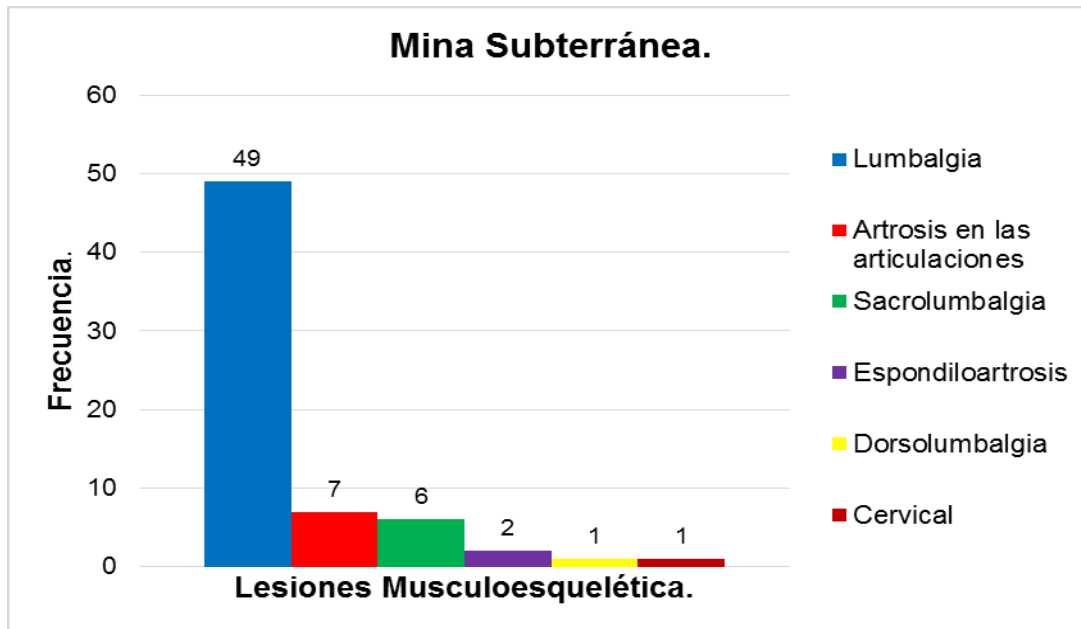
### **10.3 Factores de riesgo en Mantenimiento Plantel HEMCO.**

Mediante el diagrama de Pareto se pudo observar que el cargo a elegir es Mecánico A, debido que presentó con mayor frecuencia de aparición que los demás cargos.

#### **Factores de riesgos de lesiones osteomusculares.**

1. Levantamiento de carga con espalda inclinada y tronco girado poco pronunciado.
2. Postura forzada de los brazos y espalda.
3. Manejo de carga con sobrepeso de la misma.

**11. Distribución porcentual de las enfermedades y/o lesiones que se presenta con mayor incidencia en los procesos de estudio.**

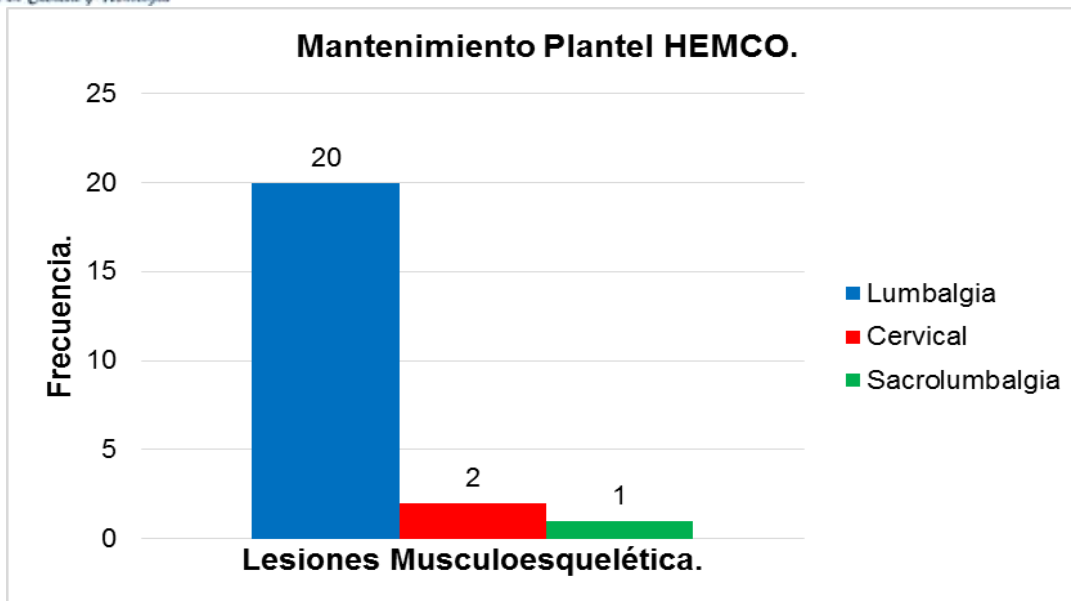


**Gráfica 4.** Distribución de frecuencia de los motivos de consulta por trastornos músculo esqueléticos de los trabajadores de Mina Subterránea. Noviembre 2013-2015.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la actualidad la empresa HEMCO, no ha considerado la validación actual de estos datos por lo que se refiere a lo mismo como la última información respecto a la frecuencia de lesiones y trastornos músculo esqueléticos.

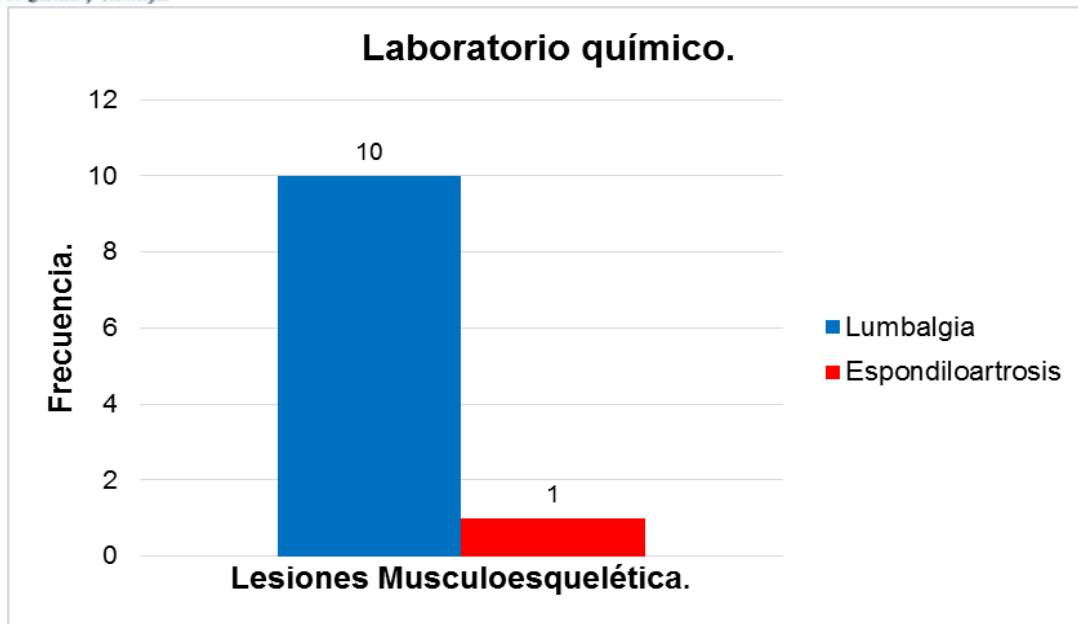
Los resultados reflejan los motivos de consulta por trastornos músculo esqueléticos que presentan el personal minero durante el periodo de estudio, donde la Lumbalgia ocupa el primer lugar representando un 49%, como segundo lugar la Artrosis en las articulaciones de las extremidades superior (muñeca, cuello, codo, hombros) con un 7%, luego la Sacrolumbalgia con un 6%, La Espondiloartrosis con un 2%, La Dorsolumbalgia con 1% y La Cervical con 1%.



**Gráfica 5.** Distribución de frecuencia de los motivos de consulta por trastornos músculo esqueléticos de los trabajadores de Mantenimiento Plantel HEMCO. Noviembre 2013-2015.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados reflejan los motivos de consulta por trastornos músculo esqueléticos que presentan el personal de mecánica de mantenimiento plantel HEMCO durante el periodo de estudio, donde la Lumbalgia ocupa el primer lugar representando un 20%, y dando como segundo lugar a la Cervical con un 2% y La Sacrolumbalgia con 1% como tercero.

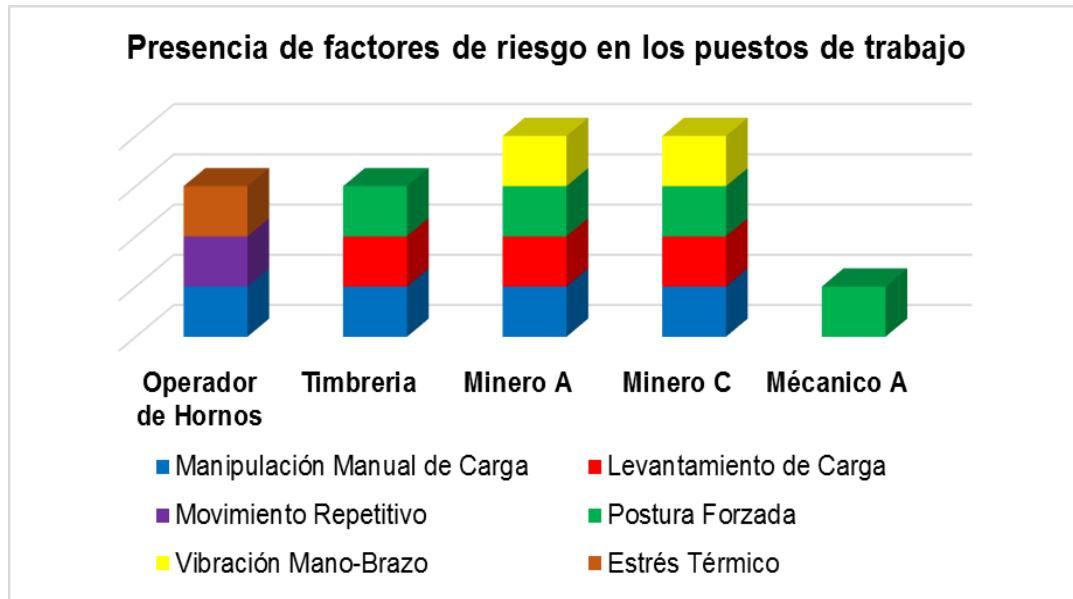


**Gráfica 6.** Distribución de frecuencia de los motivos de consulta por trastornos músculo esqueléticos de los trabajadores de Laboratorio Químico HEMCO. Noviembre 2013-2015.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados reflejan los motivos de consulta por trastornos músculo esqueléticos que presentan el personal de operador de hornos durante el periodo de estudio, donde la Lumbalgia ocupa el primer lugar representando un 10% y la Espondiloartrosis con un 1%.

### 11.1 Presencia de los factores de riesgo por cada uno de los puestos de trabajo en Laboratorio Químico, Mina Subterránea, Mantenimiento Plantel HEMCO.



**Gráfica 7.** Presencia de factores de riesgo en los puestos de trabajo que predisponen en aparición de trastornos músculo esqueléticos en los trabajadores de Laboratorio Químico, Mina Subterránea, Mantenimiento Plantel HEMCO. Noviembre 2013-2015.

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos entre los factores de riesgo ergonómicos que inciden en la presencia de trastornos músculo esqueléticos relacionándolo con los puestos de trabajo, se tuvo que los operadores de hornos, timbrería, minero A y C están expuestos a manipulación manual de cargas. En cuanto a posturas forzadas se tuvo a timbrería, minero A, minero C, al igual que levantamiento de carga se encuentra expuestos también. Con respecto al factor de riesgo representado por vibración mano-brazo, se tienen al minero A y C.

En el caso de movimiento repetitivo y estrés térmico se obtuvo al personal de operador de hornos, debido a las altas temperaturas que el operador se encuentra expuesto, afecta al metabolismo, al rendimiento por tanto la productividad baja, en caso en la manipulación de los crisoles se realiza el movimiento repetitivo de estar moldeando la muestra, homogenizando y estar ingresando a los hornos constantemente.

Con respecto a los mecánicos A, ellos están expuestos al riesgo de posturas forzadas mediante el alto grado de peligrosidad que toma el cuerpo en adoptar posturas incorrectas.

## **11.2 Análisis de los puestos de trabajo.**

### **11.2.1 Laboratorio químico.**

#### **Función del Operador de hornos.**

- 1) Homogenizar la muestra, fundente y harina.
- 2) Adicionar 5 mililitros de nitrato de plata.
- 3) Introducir el crisol conteniendo la muestra al horno mufla a una temperatura de 1150°C por un lapso de 1 hora, hasta garantizar su licuación.
- 4) Verter las muestras licuada en el molde cónico.
- 5) Dejar cristalizar y solidificar el plomo que contiene los metales
- 6) Romper la capa vítrea para liberar el régulo de plomo.
- 7) Encuadrar el régulo.
- 8) Introducir los copelos al horno a una temperatura de 950°C para ser precalentado durante 20-30 minutos.

- 9) Una vez precalentado el copel, se deposita el régulo de plomo encuadrado sobre el copel.
- 10) Dejar el copel conteniendo el régulo por 45 minutos en el horno hasta dejar que abra el botón.
- 11) Retirar el copel con el botoncito de oro y plata y se deja enfriar.
- 12) Transportar los copelos con el botoncito al área de partición.

### **11.2.2 Mantenimiento Plantele HEMCO.**

#### **Función del Mecánico A.**

- 1) Ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo básico, en sistemas mecánicos e hidráulicos de máquinas en general.
- 2) Desmonta total o parcialmente máquinas o equipos, interpretando planos y catálogos para su mantenimiento/reparación.
- 3) Reparar o sustituir elementos o partes defectuosas de máquinas y equipos.
- 4) Realizar inspecciones de máquinas y equipos, así como mediciones y registro de resultados.
- 5) Realizar controles de calidad en la instalación, puesta en marcha y funcionamiento de máquinas y equipos.



### 11.2.3 Mina Subterránea.

#### **Función de Timbrería (Construcción de Chute).**

- 1) Transportar las vigas 8"x8"x20' con un peso 149 Kg y los tablones 12"x 2"x 20' con un peso de 100 Kg al área donde se va a construir el chute.
- 2) Preparar cavas e instalar las viguetas para la construcción de la plataforma.
- 3) Barrear todo el lugar donde se construirá el chute.
- 4) Hacer los hoyos de barrenación donde se instalará los Bull Horns en el alto de la veta.
- 5) Montar los capitanes 8" x 8" x 20' sobre las cavas y los Bull Horn.
- 6) Hacer cava en el piso para la instalación de los postes.
- 7) Se instala los postes sobre las cavas clavadas a los capitanes de forma perpendicular.
- 8) Colocar dos piezas de 8" x 8" sobre los capitanes conocidos como yugo superior.
- 9) Colocar una plataforma de tablones sobre los capitanes hasta dejar una abertura de 4' entre la plataforma y el yugo superior.
- 10) El yugo inferior se coloca entre los postes a una altura que al colocar el fondo, la punta de éste caiga sobre el riel.
- 11) Colocar los tablones del fondo del chute, clavados del yugo superior pasando sobre el yugo inferior hasta alcanzar una altura de 5'.
- 12) Colocar las paredes laterales del chute compuesta de 2 tablones, clavadas de los capitanes a los postes.
- 13) Colocar la muela, clavada en las paredes laterales del chute, que es donde va montado la contrapuerta o la compuerta de metal.

- 14) Clavar los ángulos de metal que es donde se coloca la puerta que controla la salida del mineral.

### **Función del Minero A.**

- 1) Trasladar la perforadora Jack Leg con un peso de 56.8 Kg, al igual que los barrenos de 4', 6' y 8' y brocas al área de perforación, sea recorte, chimenea o tope.
- 2) Verificar si está fluyendo correctamente el agua y el aire comprimido en las tuberías.
- 3) En caso de perforar en recorte, instalar línea de vida con perno ojo. Y en caso de chimenea amarrarse con el acollador en la escalera.
- 4) Barrear el sitio para evitar desprendimiento de roca.
- 5) Instalar la manguera de agua y aire comprimido a la perforadora y el barreno a usar.
- 6) Perforar las líneas de perforación en donde se encuentra la beta la cual marca el supervisor de mina.
- 7) Colocar el polvorín en los hoyos perforado.
- 8) Guardar el equipo y herramientas en un lugar seguro.

### **Función del Minero C.**

- 1) Trasladar la perforadora, Jack Leg con un peso de 56.8 Kg, al igual que los barrenos de 4', 6' y 8' y brocas al área de perforación, sea recorte, chimenea o tope.
- 2) Verificar si está fluyendo correctamente el agua y el aire comprimido en las tuberías.

- 3) En caso de perforar en recorte, instalar línea de vida con perno ojo.
- 4) Barrear el sitio para evitar desprendimiento de roca.
- 5) Instalar la manguera de agua y aire comprimido a la perforadora y el barreno a usar.
- 6) Ayudar al minero A (Perforista) en estar pegado al frente agarrando el barreno para empatarlo en el punto indicado para la perforación.
- 7) Ir a traer la pólvora a la bodega.
- 8) Colocar la pólvora en los hoyos perforado.
- 9) Guardar el equipo y herramientas en un lugar seguro.

## 12. Evaluación de los riesgos ergonómicos en los trabajadores.

### 12.1 Operador de hornos de laboratorio químico HEMCO.

#### Método Ergo/IBV. Movimiento Repetitivo.

Los movimientos repetitivos que crea el operador cuando hace la manipulación en los vasos de crisol, al momento de golpear la muestra ya cristalizada, así como su moldeo, esto provoca una fatiga en la muñeca, cuello y brazo del mismo.

**Tabla 4.** Datos que representan el tiempo y la repetitividad de los brazos y manos por cada subtareas realizada por el operario.

Cálculo de movimientos repetitivos.					
Tarea	Subtareas	Tiempo seg	% Tiempo	Rep. Brazos	Rep. Manos
Fundir la muestra en los hornos.	Preparar las muestras en los crisol	815	61%	12 rep/min	118 rep/min
	Poner el crisol en la mesa	31	2%	11 rep/min	20 rep/min
	Colocar el crisol en el horno	33	2%	5 rep/min	5 rep/min
	Sacar el crisol del horno y vaciarlo en los moldes	183	14%	21 rep/min	21 rep/min
	Poner el crisol vacío en el suelo	32	2%	5 rep/min	5 rep/min
	Golpear las muestras que están en los moldes con el martillo	32	2%	4 rep/min	84 rerp/min
	Dar forma de cuadro a la muestra	73	5%	3 rep/min	37 rep/min
	Poner las muestras en los copelos y ponerlo en el horno	44	3%	20 rep/min	20 rep/min
	Sacar los copelos del horno	88	7%	13 rep/min	13 rep/min

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 detalla sobre los tiempos y movimientos repetitivos de los brazos y manos que el operador realiza por cada subtarear, para así registrar el número de repetición de ambas extremidades superiores y a la vez poder identificar en cual subtarea se repite más.

Esto permitió en tener una mayor comprensión de los datos y un orden más específico para el cálculo de movimiento repetitivo y saber que parte del cuerpo de las extremidades superior está expuesto el trabajador.

La codificación de las posturas realizada por el operario en cada sub-tareas nos proporcionará en saber qué postura está haciendo de acuerdo a cada zona corporal: cuello, brazos y manos. (Ver anexo nº 3.)

**Tabla 5.** Cálculo total de las puntuaciones promedio por cada zona corporal (cuello, brazos y manos).

	Puntuación promedio cuello	Puntuación promedio brazos	Puntuación promedio manos	Puntuación promedio Desv. Lat	Puntuación promedio Pron o Sup	Puntuación promedio intensidad de las
Puntuación promedio de las posturas	2.578	2.069	1.534	1.103	0.427	1.246

**Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados de las puntuaciones promedias por cada zona corporal o posturas de las extremidades superiores, es un valor que permitió clasificar la puntuación promedio en tres grados (1, 2 ó 3) para indicar el tipo de nivel que está asignado.

**Tabla 6.** Clasificación de las puntuaciones promedio de las variables de riesgo y nivel asignado.

Variable independiente	Clasificación de las puntuaciones promedio				
	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Puntuación promedio	Nivel asignado
Postura de brazos	< 1.17	1.17-1.6	> 1.6	2.069	III
Postura de cuello	< 1.42	1.42-2.44	> 2.44	2.578	III
Repetitividad de brazos	≤ 7	> 7		12.56	II
Flexión/extensión de muñecas	≤ 2	> 2		1.534	I
Desviación lateral o pronación/supinación de muñecas	< 0.06	0.06-0.42	> 0.42	1.103	III
Repetitividad de manos	≤ 4	> 4		81.42	II
Intensidad del esfuerzo de la mano	1	1-2.8	>2.8	1.246	II

Fuente: Elaboración propia.

Se asignó el nivel de clasificación correspondiente mediante la puntuación promedio calculada de acuerdo al nivel de rango que establece cada una de ellas, el cual se obtuvo en las variables independientes.

Para saber el nivel de riesgo que está expuesto el trabajador a corto, medio y largo plazo, mediante la postura realizada de los brazos, cuello y repetitividad de los brazos se clasifica en un nivel 4, por lo cual implica prioridad de intervención ergonómica. Teniendo claro el riesgo que se encontró al operador a las actividades del proceso en estar manipulando constantemente los crisoles al igual que estar moldeando el régulo de acuerdo a los procedimientos del laboratorio químico. (Ver anexo nº 4).

Para el nivel de riesgo en Mano-Muñeca se realizó el cálculo, obteniendo una clasificación de nivel 4, por lo cual implica prioridad de intervención ergonómica, teniendo en cuenta la repetitividad de las manos, al igual que la desviación lateral o pronación/supinación y su flexión/extensión de la muñecas, y también de su intensidad del esfuerzo de la mano que se pronuncia en la tarea. (Ver anexo nº 5).

Con los valores determinados de las puntuaciones promedio de las variables de riesgo y con su nivel asignado; se establece el nivel de riesgo de lesión músculo esqueléticos en cuello y mano-muñeca. (Ver anexo nº 6).

**Cuello:** El nivel de riesgo a corto, medio y largo plazo es IV ( $p > 0.6$ )

**Mano-Muñeca:** El nivel de riesgo es IV ( $p > 0.6$ )

El riesgo que se presento es elevado en situación de lesión o molestias músculo esqueléticas en el cuello, asociado a las posturas promedio de brazos y cuello, y a la alta repetividad de los movimientos de brazos y cuello.

## Método INSHT. Manipulación Manual de Cargas.

El operador de horno manipula tablas de crisol con un exceso de peso, la cual provoca molestia al cuerpo debido a que las afectaciones atacan directamente a la columna y las articulaciones de los brazos. Por lo cual se requirió hacer el estudio de manipulación para conocer el nivel de riesgo que está expuesto el trabajador.

**Tabla 7.** Datos para el cálculo de manipulación manual de cargas.

Peso teórico	Factor de población protegida	Factor de distancia vertical	Factor de giro	Factor de agarre	Factor de frecuencia
25 kg	1	0.87	0.9	1	0.85
	General	100 cm	Poco girado	Bueno	1 vez cada 5 minutos

**Fuente:** Elaboración propia.

Se obtuvo los datos del laboratorio químico en donde el trabajador realiza su tarea en el proceso de fundición de las muestras, el operador manipula la tabla con los vasos de crisol para transportarlo a los hornos, además la cantidad que transporta de crisol es de 260 a 280 unidades en un turno de 8 horas. Debido a esto se calculó el peso aceptable y el peso transportado diariamente, para obtener resultados de la repetitividad de la acción y así el sobreesfuerzo en las articulaciones de los hombros. Considerando el peso que oscila entre un rango de 14.20 kg a 19.80 kg.

Mediante el cálculo realizado por cada factor multiplicador que considera el método INSHT, tenemos que el peso aceptable es:

**Peso Aceptable:** 16. 64 Kg.



El cálculo del peso aceptable es de 16.64 Kg, ese es el peso que debe de estar manipulando el operario, es decir la tabla de crisoles ya que esto ayuda en no esforzar las articulaciones de los brazos al igual que la parte lumbar de la espalda.

Se determinó el nivel de riesgo que provoca una lesión en las extremidades superiores, haciendo una comparación del peso real y del peso teórico.

Se realizó la comparación entre los pesos, en cual muestra que el Peso Real es mayor del Peso Aceptable y se considera un riesgo No Tolerable, por lo cual se debe aplicar medidas correctivas. (Ver anexo nº 7).

Además el peso de la carga desplazada en cada manipulación, se debe considerar el peso total de la carga manipulada diariamente (Peso Total Transportado Diariamente) y la distancia recorrida con la carga, para esto se realizaron 12 mediciones para conocer cuánto es el peso que transporta.

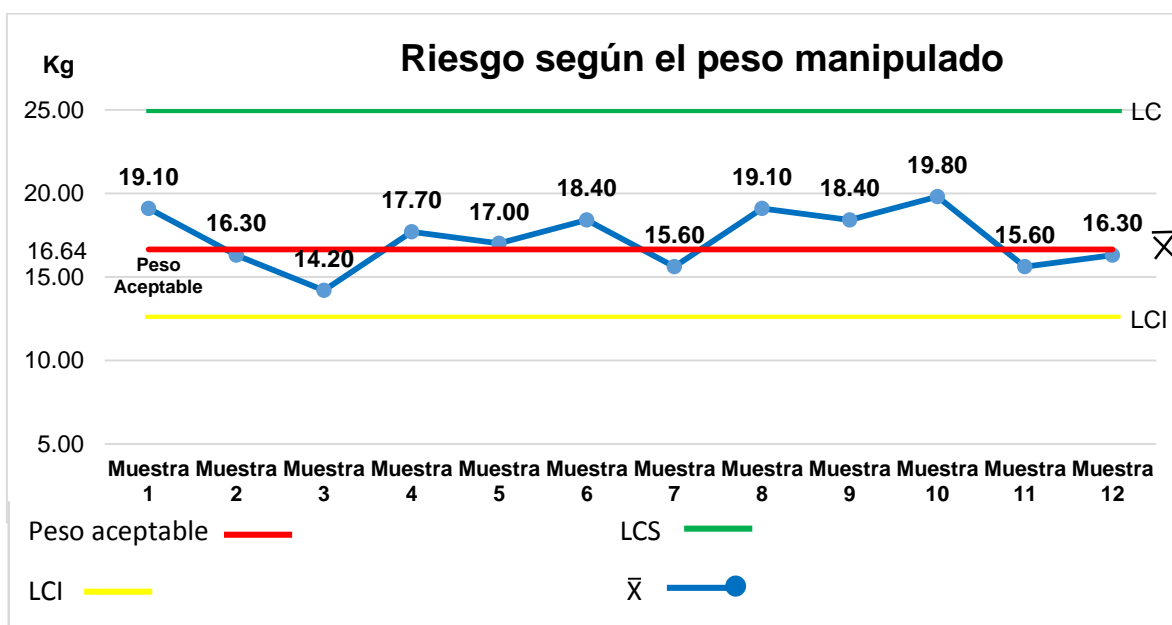
**Tabla 8.** Resultados del peso total transportado diariamente.

<b>Peso Total Transportado Diariamente</b>	<b>Resultado en Kg</b>
<b>PTTD 1</b>	306
<b>PTTD 2</b>	261
<b>PTTD 3</b>	227
<b>PTTD 4</b>	283
<b>PTTD 5</b>	272
<b>PTTD 6</b>	294
<b>PTTD 7</b>	250
<b>PTTD 8</b>	306
<b>PTTD 9</b>	294
<b>PTTD 10</b>	317
<b>PTTD 11</b>	250
<b>PTTD 12</b>	261

Fuente: Elaboración propia.

Se establece el peso límite en kilogramos de carga transportada por cada día en función de la distancia recorrida. (Ver anexo nº 8).

Donde el operador transporta la tabla hasta la mesa del área de los hornos, en cual trabajador se encuentra a una distancia de 5 y 7 metros de los tres hornos que están en fundición de muestras, por lo cual el operador está expuesto a este riesgo No Tolerable; además que supera los valores máximos recomendados.



**Gráfica 8.** Comparación de los distintos pesos de acuerdo al peso aceptable que el operador debe manipular.

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observó el comportamiento entre los pesos muestreados junto con el peso aceptable y destacar que la mayoría de las mediciones están aproximándose a la media que es el valor aceptable mientras que los demás se aleja de lo óptimo. Teniendo esto claro sobre las comparaciones; según los peso manipulados y de estar más cerca del peso adecuado, por lo cual el operador debe de transportar una

tabla con un peso de 14.20 Kg como mínimo y máximo de 16.30 kg. (Ver anexo n° 9).

### Índice TGBH. Estrés Térmico.

Se hizo el estudio de estrés térmico debido que el personal está expuesto a las altas temperaturas que generan los hornos, debido que las muestras lograron fundirse a una temperatura de 1150 °C, por lo que el trabajador se encuentra expuesto entre un lapso de 11 a 17 minutos durante cada muestreo. Esto genera al sistema músculo esquelético un golpe de calor o acaloramiento. Por tal razón se realizó el cálculo correspondiente al estrés térmico.

**Tabla 9.** Actividades que realiza el operador de horno en el área de fundición de muestras.

Actividades	Estimación del consumo metabólico
Trasladar los crisoles a la mesa	caminando, todo el cuerpo (moderado)
Poner crisoles al horno	De pie, dos brazos (liviano)
Sacar los crisoles del horno y vaciarlo en los moldes	De pie, dos brazos (liviano)
Golpear los moldes y dar forma a la muestra	De pie, dos brazos (pesado)
Traer los copelos a la mesa	Caminando, dos brazos (liviano)
Colocar los copelos con la muestra al horno	De pie, Un brazo (liviano)
Sacar los copelos del horno	De pie, Un brazo (liviano)
Trasladar los copelos a la área de partición	Caminando, dos brazos (liviano)
Dar brillo a las muestras	De pie, dos brazos (liviano)
Trasladar los copelos al pesaje	Caminando, dos brazos (liviano)

**Fuente:** Elaboración propia.

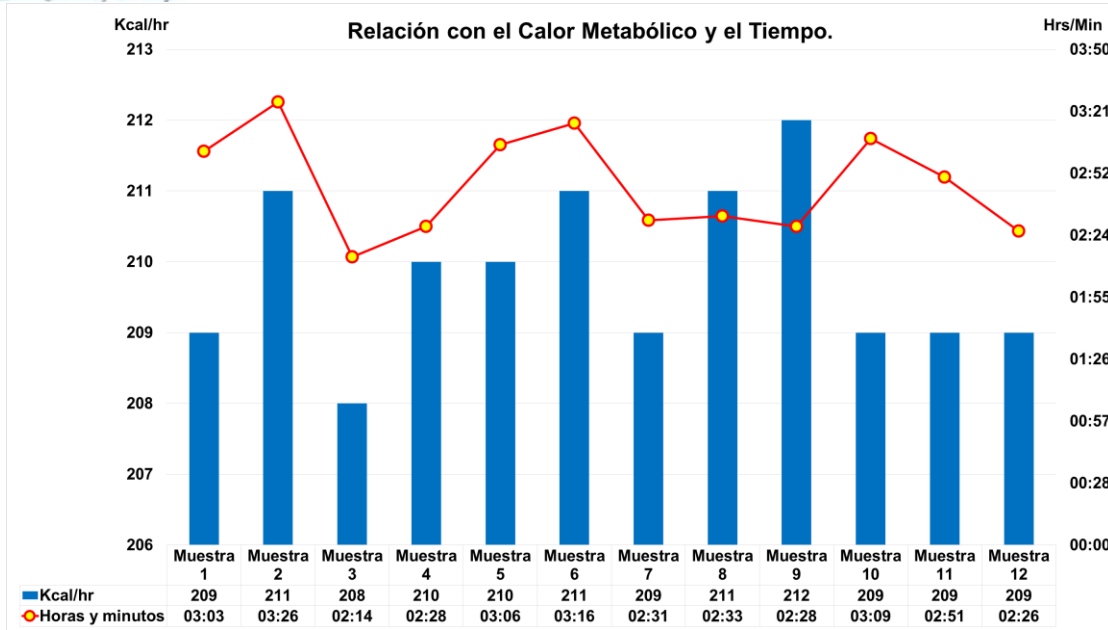
Se recopiló las actividades que realiza el operador durante el proceso de fundición, además esto permitió en ir desglosando por cada actividad el consumo metabólico que genera el cuerpo por medio estimación.

**Tabla 10.** Resultados del índice WBGT y las kilocalorías consumidas por él operario.

Muestras	TG °C	THN °C	Índice WBGT °C	Kilocalorías consumida en Hora
1	36.8	22.4	26.72	209
2	39.1	23.4	28.11	211
3	32.3	22.1	25.16	208
4	36.4	22.1	26.39	210
5	36.4	22.8	26.88	210
6	38.4	22.9	27.55	211
7	35.4	23	26.72	209
8	39.3	23.2	28.03	211
9	38.5	23.7	28.14	212
10	39.4	24.1	28.69	209
11	35.3	22.9	26.62	209
12	34.8	22.5	26.19	209

**Fuente:** Elaboración propia.

Según los datos encontrados, se consideró el uso de los equipos de medición: Heat Stress Meter Extech ht30 y Kestrel Pocket Weather Tracker 4000. Por medio de esto se calculó el índice TGBH para conocer a que temperatura se encuentra expuesto el operador de horno, obteniendo resultados que el personal no está expuesto a las altas temperaturas, pero en algunos casos el personal está en una condición térmica entre un rango de 25.16°C a 28.69°C, siendo el punto más prominente (28.69°C, Metabolismo 209 kcal/hr).



**Gráfica 9.** Relación del calor metabólico y el tiempo.

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observó la variabilidad de tiempo con efecto del calor metabólico por cada muestra, indicando que entre más tiempo este el operador expuesto a las altas temperaturas; mayor será el consumo de calorías, esto sucede cuando el trabajador ingresa numerosos crisoles a los hornos, haciendo que el operador prevalezca más tiempo en el lugar.

## 12.2 Mecánico A. Mantenimiento Plantel HEMCO.

### **Método OWAS. Posturas forzadas.**

Los distintos mantenimientos que realizan los mecánicos en el plantel generan en adoptar en posturas muy incómoda que son perjudiciales para el cuerpo, sobre todo cuando se da de forma reiterada o sostenida. Algunos ejemplos de situaciones en las que se dan posturas forzadas son las siguientes:

- 1) En las tareas que hay que recoger equipos o materiales almacenados al nivel del suelo, la espalda necesita flexionarse de manera intensa. Eso, si se hace con frecuencia, es muy perjudicial.
- 2) Material ubicado en lugares de difícil alcance y con obstáculos intermedios que obliga a realizar posturas forzadas, sobre todo giros de tronco y brazos.
- 3) Trabajar en zonas de difícil alcance (por ejemplo en el techo) provocando extensión de cuello y flexión elevada de brazos.
- 4) Trabajar a ras de suelo provoca flexión elevada de espalda y brazos. A la misma vez, trabajar en cuclillas o de rodillas es considerado como una postura errónea.

**Tabla 11.** Clasificación de las posturas observada en el mecánico A.

Actividades	N° de postura	Postura tronco	Postura brazos	Postura de trabajo	Fuerza/carga	Riesgo
Controlando el teclé con el control remoto para levantar Boltb.	3	1	2	2	1	1
Golpeando con el martillo a la llave para desembrocar cono del Mantle.	16	4	1	3	1	2
Empujando con la llave al cono para desembrocado terminado.	1	2	1	4	1	3
Aflojando pernos con golpes usando martillo y desatornillandolo. En los 2 primeros pernos.	2	2	1	3	1	2
Aflojando pernos con golpes usando martillo y desatornillandolo. En los 2 segundos pernos.	2	2	1	5	1	3
martillo y desatornillandolo. En los 2 terceros pernos.	2	4	1	5	1	4

**Fuente:** Elaboración propia.

Se clasifican las Puntuaciones correspondientes por cada postura que se realizan de acuerdo a las actividades de mantenimiento y se categorizó el nivel de riesgo, esto permitió identificar cuáles son las actividades que conlleva a un riesgo alto. (Ver anexo nº 10 y 11).

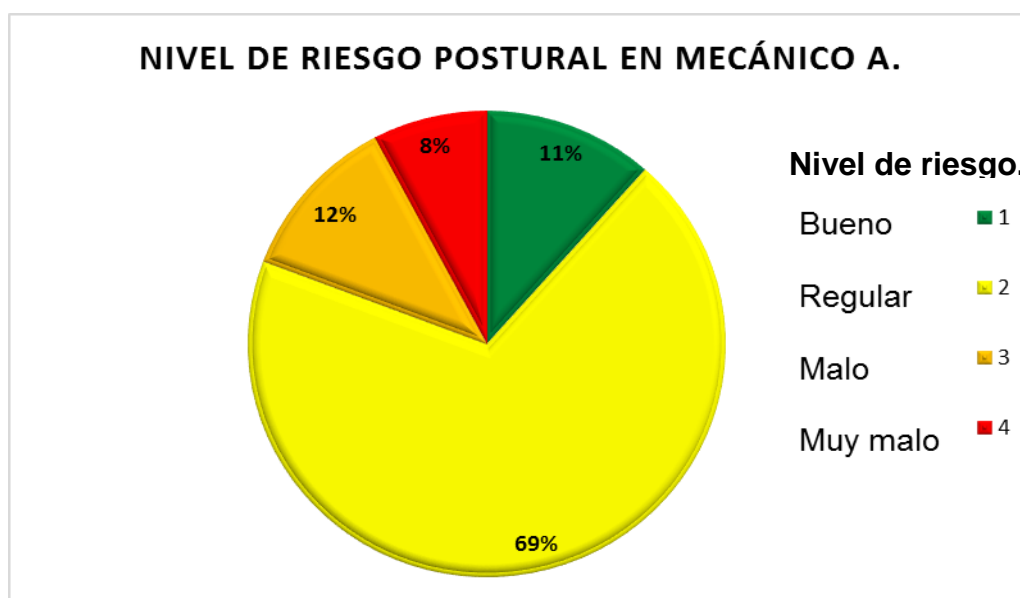
Luego, se realizó un análisis descriptivo de la tarea por cada zona corporal (Tronco, Brazos, Postura de trabajo y Carga/fuerza), para así determinar la frecuencia relativa en que se realiza y las categorías de riesgo de las posiciones del cuerpo. (Ver anexo nº 12).

**Tabla 12.** Nivel de riesgo por el número de posturas.

Nivel de riesgo		
Riesgo	N° de Posturas	Porcentaje
1	3	3%
2	18	18%
3	3	3%
4	2	2%

**Fuente:** Elaboración propia.

Mediante la tabla 12, se agrupa cada nivel riesgo clasificado por la frecuencia relativa o el número de las posturas. Una vez codificadas las posturas incluidas en la evaluación se calcula la categoría de riesgo de cada una de ellas, obteniendo que la postura con mayor presencia es: 4131 (espalda inclinada y girado, ambos brazos por debajo del hombro, de pie; apoyo unipodal rodilla extendidas y con una fuerza de trabajo de 6.8 kg. (Ver anexo n° 13).



**Gráfica 10.** Porcentaje según el nivel de riesgo calculado.

**Fuente:** Elaboración propia.



En la categoría de riesgo 1 se encuentra presente un 11% de postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esqueléticos.

En la categoría de riesgo 2 es la que presenta con mayor frecuencia, con un 69% de postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo esquelético.

En la categoría de riesgo 3 se tiene una frecuencia de un 12%, con efecto dañinos sobre el sistema músculo esqueléticos.

En la categoría de riesgo 4 está presente un 8%, esta categoría es sumamente dañina para el sistema músculo esquelético.

#### **Método OWAS. Posturas forzadas.**

La construcción de chute que realizan los Timbreros involucra en tomar posturas muy incómoda en momento de estar colocando las vigas y los tablones en su lugar, por lo cual afecta perjudicial mente al sistema músculo esquelético, sobre todo cuando se da de forma reiterada o sostenida. Estos son ejemplos de situaciones en las que se dan posturas forzadas:

- 1) En las tareas que hay que recoger las vigas o tablones pesado y de dimensiones grande y transportarla a cierta distancia, por lo cual genera que la espalda se flexione de manera intensa. Eso, si se hace con frecuencia, es muy perjudicial.
- 2) Colocar las vigas y tablones en lugares de difícil alcance y con espacios reducidos que obliga a realizar posturas forzadas, sobre todo giros de trono, extensión de cuello y flexión de brazos.

**Tabla 13.** Clasificación de las posturas observadas en el timbrero.

Actividades	N° de postura	Postura tronco	Postura brazos	Postura de trabajo	Fuerza/carga	Riesgo
Postura referente a levantamiento de viga 20" desde el suelo	1	2	1	4	3	3
Postura referente a barreo de forma frontal del area en que se construye el chute	1	1	1	2	1	1
Cortando/ajustando extremos de la bigas para base	4	3	2	2	1	1
Corte de las vigas.	1	1	1	2	1	1
Realizar medidas para la correcta puesta de la plataforma superior del chute	1	4	1	5	1	4
Colocar tablonces en la parte superior del chute	1	1	2	3	1	1
Colocar tablonces en la parte inferior del chute	1	2	1	1	1	2

**Fuente:** Elaboración propia.

Se clasifican las puntuaciones correspondientes por cada postura que se realizan de acuerdo a las actividades de construcción de chute y se categorizó el nivel de riesgo, esto permitió identificar cuáles son las actividades que conlleva a un riesgo alto. (Ver anexo nº 10 y 11).

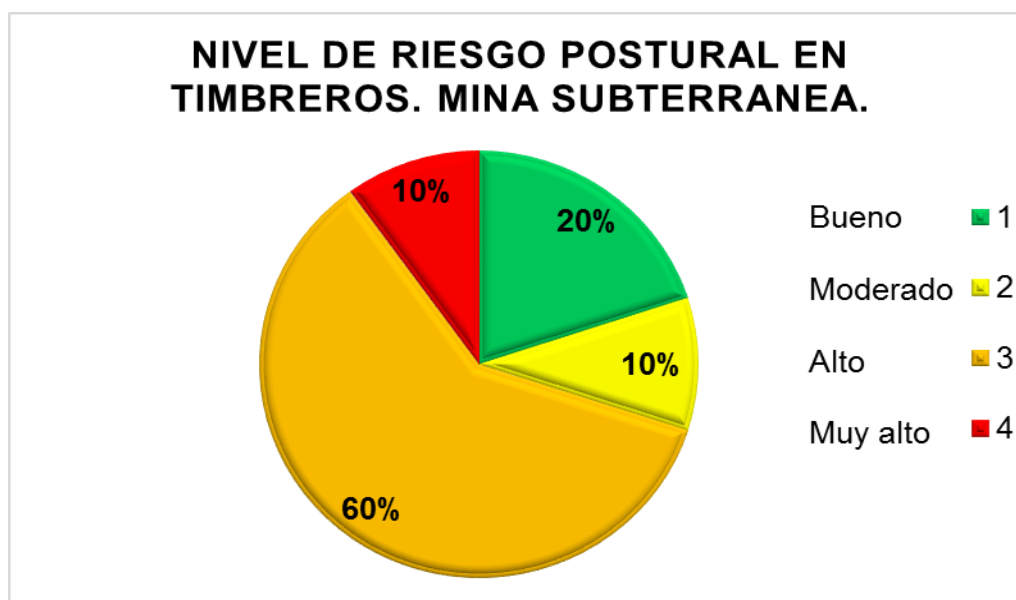
Luego, se realizó un análisis descriptivo de la tarea por cada zona corporal (Tronco, Brazos, Postura de trabajo y Carga/fuerza), para así determinar la frecuencia relativa en que se realiza y las categorías de riesgo de las posiciones del cuerpo. (Ver anexo nº 12).

**Tabla 14.** Nivel de riesgo por el número de posturas.

Nivel de riesgo		
Riesgo	N° de Posturas	Porcentaje
1	2	2%
2	1	1%
3	6	6%
4	1	1%

**Fuente:** Elaboración propia.

Mediante la tabla 14, se agrupa cada nivel riesgo clasificado por la frecuencia relativa o el número de las posturas. Una vez codificadas las posturas incluidas en la evaluación se calcula la categoría de riesgo de cada una de ellas, obteniendo que la postura con mayor presencia es: 3221 (espalda girada, un brazo por encima del hombro, de pie y con una fuerza de trabajo de 75 kg), además aparece con un 6% de frecuencia. (Ver anexo nº 13).



**Gráfica 11.** Porcentaje según el nivel de riesgo calculado.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la categoría de riesgo 1 se encuentra presente un 20% de postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esqueléticos.

En la categoría de riesgo 2 es la que presenta con mayor frecuencia, con un 10% de postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo esquelético.

En la categoría de riesgo 3 se tiene una frecuencia de un 60%, con efecto dañinos sobre el sistema músculo esqueléticos.

En la categoría de riesgo 4 está presente un 10%, esta categoría es sumamente dañina para el sistema músculo esquelético.

## Método INSHT. Manipulación Manual de Cargas.

La manipulación manual de cargas conlleva un riesgo inherente para la salud al momento que el trabajador transporta las vigas y tablonces con un peso que supera los 25 kg, al igual que la dimensión de la misma. Debido a esto el personal está expuesto a estos tipos manejo inadecuado y excesivo de cargas, siendo especialmente comunes los trastornos músculo esqueléticos que afectan a la espalda.

**Tabla 15.** Datos para el cálculo de manipulación manual de cargas.

Muestras	Peso teórico	Factor de población protegida	Factor de distancia vertical	Factor de giro	Factor de agarre	Factor de frecuencia
1	25 kg	1	0.87	1	0.95	0.85
		General	100 cm	Sin giro	Regular	1 vez cada 5 minutos
2	25 kg	1	0.84	0.9	0.95	0.85
		General	175 cm	Poco girado	Regular	1 vez cada 5 minutos
3	25 kg	1	0.84	1	0.95	0.85
		General	175 cm	Sin giro	Regular	1 vez cada 5 minutos
4	25 kg	1	0.84	1	0.95	0.85
		General	175 cm	Sin giro	Regular	1 vez cada 5 minutos
5	25 kg	1	0.84	0.9	0.95	0.85
		General	175 cm	Poco girado	Regular	1 vez cada 5 minutos
6	25 kg	1	0.87	0.9	0.95	0.85
		General	100 cm	Poco girado	Regular	1 vez cada 5 minutos
7	25 kg	1	0.87	1	0.95	0.85
		General	100 cm	Sin giro	Regular	1 vez cada 5 minutos
8	25 kg	1	0.87	1	0.95	0.85
		General	100 cm	Sin giro	Regular	1 vez cada 5 minutos

**Fuente:** Elaboración propia.

Se recolectó los datos cuando el personal de timbrería realizaba la construcción de chute, en donde el trabajador manipula las vigas y tablones de diferentes tamaños y pesos que transporta al lugar en donde se construye el nuevo chute. Por lo cual se calculó el peso aceptable y el peso transportado diariamente, con el fin de saber cuánto peso debe de manipular.

Mediante el cálculo realizado por cada factor multiplicador que considera el método INSHT, tenemos que el peso aceptable para cada una de las 8 mediciones se tiene:

**Tabla 16.** Resultado del peso aceptable.

<b>Cálculo del Peso Aceptable</b>	
Peso aceptable 1	17.56 Kg
Peso aceptable 2	15.26 Kg
Peso aceptable 3	16.96 Kg
Peso aceptable 4	16.96 Kg
Peso aceptable 5	15.26 Kg
Peso aceptable 6	15.81 Kg
Peso aceptable 7	17.56 Kg
Peso aceptable 8	17.56 Kg

**Fuente:** Elaboración propia.

El cálculo del peso aceptable es diverso porque hay que considerar el peso y dimensión de cada una de las vigas y tablones, también de la forma de agarre, ángulo de asimetría, distancia vertical de manipulación, con este resultado se supo que el personal está en un estado alto de exposición o exceso de peso de la carga que manipula e indicando que lo correcto es no sobrepasar del límite que son 25 Kg o de un peso optimo que muestra el cálculo sino se estaría esforzando las articulaciones de los brazos al igual que la zona de la espalda.

Se determinó el nivel de riesgo que provocaría una lesión en las extremidades superiores, haciendo una comparación del peso real y del peso teórico.

Se realizó la comparación entre los pesos, en cual indicó que el Peso Real es mayor al Peso Aceptable y se consideró un riesgo No Tolerable, por lo cual se debe aplicar medidas correctivas. (Ver anexo nº 7).

Además el peso de la carga desplazada en cada manipulación, debe considerar el peso total de la carga manipulada diariamente (Peso Total Transportado Diariamente) y la distancia recorrida con la carga.

**Tabla 17.** Resultados del Peso Total Transportado Diariamente.

<b>Peso Total Transportado Diariamente</b>	<b>Resultado en Kg</b>
<b>PTTD 1</b>	373
<b>PTTD 2</b>	74
<b>PTTD 3</b>	82
<b>PTTD 4</b>	52
<b>PTTD 5</b>	22
<b>PTTD 6</b>	299
<b>PTTD 7</b>	135
<b>PTTD 8</b>	80

Fuente: Elaboración propia.

Se estableció el peso límite en kilogramos de carga transportadas por cada día en función de la distancia recorrida. (Ver anexo nº 8).



Donde los timbreros transporta las vigas y tablonas al área de construcción de chute, indicando que la distancia donde lo traslada varían entre 2 a 10 metros, y como el peso supera los 10 Kg como límite máximo; es considerado un riesgo No Tolerable.

### Método NIOSH. Levantamientos de carga.

Con el método NIOSH permitió evaluar tareas en las que el timbrero realiza levantamientos de carga de vigas y tablonas que tienen diferentes peso y dimensión para la construcción del chute. Esta evaluación identificó si el trabajador se encuentra en riesgo por causa de estos levantamientos.

**Tabla 18.** Datos para el cálculo de levantamiento de carga.

Variable	Peso Kg	Horizontal	Dist. Verical	Desplazamiento Vertical	Asimetría	Frecuencia	Agarre	Duración	Nº tareas
Origen	64	60 cm	0 cm	90 cm	0°	>0,2	regular	8 hrs	Tarea 1
Destino	64	60 cm	90 cm	90 cm	15°	>0,2	regular	8 hrs	
Origen	32	20 cm	0 cm	175 cm	0°	>0,2	regular	8 hrs	Tarea 2
Destino	32	63 cm	175 cm	175 cm	0°	>0,2	regular	8 hrs	
Origen	35	20 cm	0 cm	90 cm	0°	>0,2	regular	8 hrs	Tarea 3
Destino	35	60 cm	90 cm	90 cm	15°	>0,2	regular	8 hrs	
Origen	22	20 cm	0 cm	175 cm	0°	>0,2	regular	8 hrs	Tarea 4
Destino	22	60 cm	175 cm	175 cm	15°	>0,2	regular	8 hrs	
Origen	19	20 cm	0 cm	175 cm	0°	>0,2	regular	8 hrs	Tarea 5
Destino	19	60 cm	175 cm	175 cm	0°	>0,2	regular	8 hrs	
Origen	50	25 cm	175 cm	5 cm	0°	>0,2	regular	8 hrs	Tarea 6
Destino	50	53 cm	170 cm	5 cm	15°	>0,2	regular	8 hrs	
Origen	15	25 cm	170 cm	10 cm	0°	>0,2	regular	8 hrs	Tarea 7
Destino	15	63 cm	160 cm	10 cm	15°	>0,2	regular	8 hrs	
Origen	20	25 cm	170 cm	5 cm	0°	>0,2	regular	8 hrs	Tarea 8
Destino	20	63 cm	175 cm	5 cm	15°	>0,2	regular	8 hrs	

Fuente: Elaboración propia.

Se recopiló la información para realizar el cálculo de levantamiento de carga de cada una de las tareas, en donde el trabajador está manipulando distintos tamaños y pesos de las vigas al igual que tablonas por lo cual levanta de distintas alturas, la

distancia horizontal, el tipo de ángulo que se forma cuando mueve la carga y el tipo de agarre que se considera.

Mediante el cálculo realizado para cada tarea se obtuvo el índice de levantamiento para cada uno para luego realizar el cálculo del índice de levantamiento compuesto o multitarea. Es importante evaluar ambos gestos, es decir el origen y el destino del levantamiento, aplicando dos veces la ecuación de NIOSH seleccionando como peso máximo recomendado (RWL) el más desfavorable de los dos (el menor), y como índice de carga (LI) el mayor.

**Tabla 19.** Resultado del Índice de levantamiento por cada tarea.

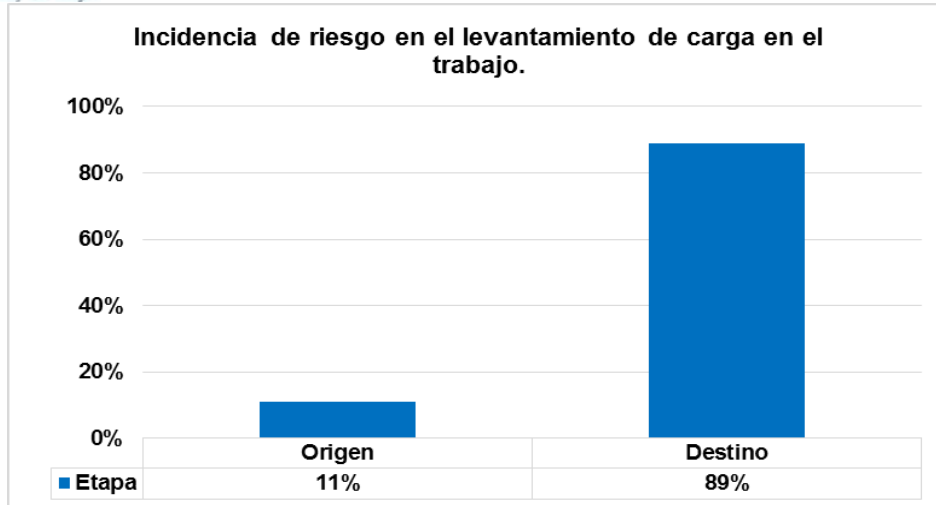
		Origen	Destino
Tarea 1	RWL	5.69	6.61
	IL	7.91	6.80
Tarea 2	RWL	13.23	11.95
	IL	2.23	2.47
Tarea 3	RWL	13.66	7.01
	IL	4.14	8.06
Tarea 4	RWL	13.23	4.74
	IL	1.28	3.59
Tarea 5	RWL	13.23	4.98
	IL	1.70	4.52
Tarea 6	RWL	13.74	5.07
	IL	2.98	8.09
Tarea 7	RWL	14.43	5.97
	IL	1.80	4.36
Tarea 8	RWL	14.43	5.61
	IL	1.52	3.92

Fuente: Elaboración propia.

Cuando el análisis realizado en multitarea una simple media de los distintos índices de levantamiento de las diversas tareas ya que daría lugar a una compensación de efectos que no valoraría el riesgo real. Por lo cual, dio parte a la selección del mayor índice para valorar globalmente la actividad no tendría en cuenta el incremento de riesgo que aportan el resto de las tareas. Por esta razón se recomienda el cálculo de un Índice de Levantamiento Compuesto (ILC). (Ver anexo nº 14).

**Índice Levantamiento Compuesto = 12.98**

Se muestra que el índice de levantamiento compuesto asociado a la actividad combinada de las 8 tareas es de 12.98, indicando que el valor ÍLC puede valorarse en un riesgo que entraña la tarea para el trabajador. Por lo que se considera un riesgo mayor que puede ocasionar problema al personal. (Ver anexo nº 15).



**Gráfica 12.** Etapa con mayor frecuencia de levantamiento.

**Fuente:** Elaboración propia.

Generalmente, el problema se originó en el destino con un porcentaje de 89% mientras que en el origen es de 11%, ya que esto sucede que el personal realiza giro del tronco, levantamiento de la carga mayor a 75 cm, flexión de la columna y de las extremidades inferiores; por lo que esto generaba fatiga en el cuerpo.

## 12.4 Mineros. Mina Subterránea.

### Minero A.

#### Método OWAS. Posturas forzadas.

Las distintas posturas que toma el perforista al momento de estar barrenando en los distintos frentes de trabajo, generaba trastornos osteomuscular que es muy perjudicial para el organismo, sobre todo cuando se da de forma reiterada o sostenida. Algunos ejemplos de situaciones se dan en:

- 1) Trabajar en zonas incomoda (por ejemplo en chimenea) provocando extensión de cuello y flexión elevada de brazos.
- 2) Trabajar a ras de suelo provoca flexión elevada de espalda y brazos. A la misma vez, trabajar en cuclillas o de rodillas es considerado como una postura errónea.

**Tabla 20.** Clasificación de las posturas observada en el minero A.

Actividades	N° de postura	Postura tronco	Postura brazos	Postura de trabajo	Fuerza/carga	Riesgo
Barreando el recorte (acondicionando)	1	3	2	2	1	1
Perforando la roca. Hoyo 1	1	2	2	2	3	3
Perforando roca. Hoyo 5	1	1	3	3	3	1
Perforando roca, hoyo 1. postura nueva	1	4	1	3	3	3

**Fuente:** Elaboración propia.

Se clasificó la puntuación correspondiente por cada postura que se realizó de acuerdo a las actividades y se categorizó el nivel de riesgo, esto permitió identificar cuáles son las actividades que conlleva a un riesgo alto. (Ver anexo nº 10 y 11).

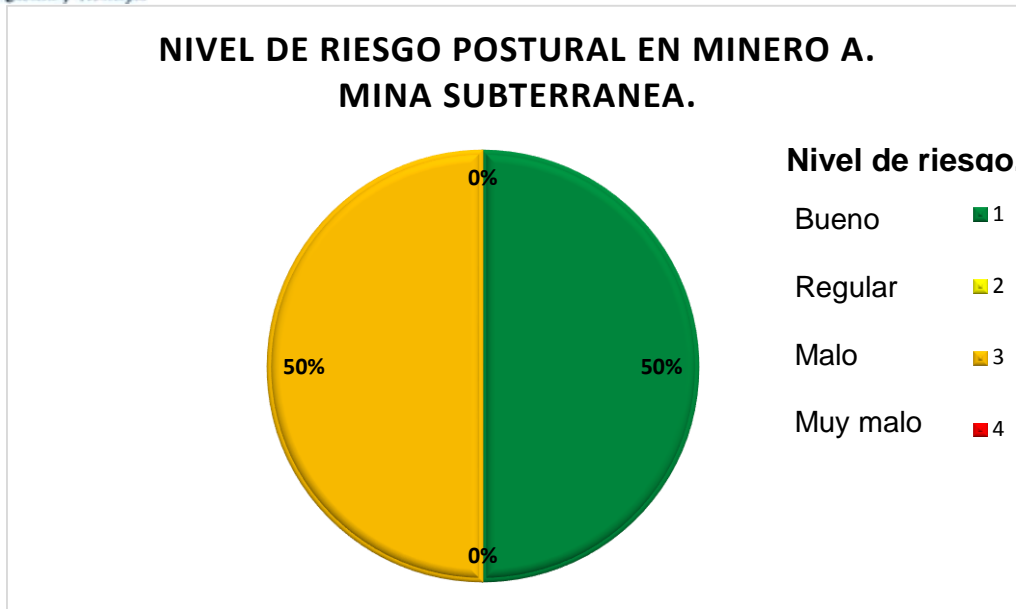
Luego, se realizó un análisis descriptivo de la tarea por cada zona corporal (Tronco, Brazos, Postura de trabajo y Carga/fuerza), para así determinar la frecuencia relativa en que se realiza y las categorías de riesgo de las posiciones del cuerpo. (Ver anexo nº 12).

**Tabla 21.** Nivel de riesgo por el número de posturas.

Nivel de riesgo		
Riesgo	N° de Posturas	Porcentaje
1	3	3%
2	18	18%
3	3	3%
4	2	2%

**Fuente:** Elaboración propia.

Se agrupa cada nivel riesgo clasificado por la frecuencia relativa o el número de las posturas, una vez codificadas las posturas incluidas en la evaluación se calcula la categoría de riesgo de cada una de ellas, obteniendo que la postura con mayor presencia es: 2223 y 4133. La combinación 2253 dice: (espalda inclinada, un brazo por encima del hombro, de pie y con una fuerza de trabajo de 56.8 kg). La combinación 4133 dice: (espalda inclinada y girada, ambos brazos por debajo del hombro, de pie; apoyo unipodal rodilla extendida y con una fuerza de carga de 56.8 kg). Presentando un nivel de riesgo regular. (Ver anexo nº 13).



**Gráfica 13.** Porcentaje según el nivel de riesgo calculado.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la categoría de riesgo 1 se encuentra presente un 50% de postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esqueléticos.

En la categoría de riesgo 3 se tiene una frecuencia de un 50%, con efecto dañinos sobre el sistema músculo esqueléticos.

## Método INSHT. Manipulación Manual de Cargas.

En la manipulación de carga conlleva un riesgo inherente para la salud al momento que el trabajador transporta la perforadora que tiene un peso de 56.8 Kg. Debido al exceso de peso que transporta a diario y si ningún medio mecánico que pueda ayudarlo en trasladarla de un lugar a otro, esto crea una afectación directa al sistema músculo esqueléticos, principalmente en la zona lumbar, y en las articulaciones de los hombros.

**Tabla 22.** Datos para el cálculo.

Peso teórico	Factor de población protegida	Factor de distancia vertical	Factor de giro	Factor de agarre	Factor de frecuencia
25 kg	1	0.84	1	0.9	0.85
	General	175 cm	Sin giro	Malo	1 vez cada 5 minutos

**Fuente:** Elaboración propia.

Se recolectó los datos cuando el perforista realizaba su labor, en donde él manipula la perforadora y realiza la perforación de hasta 36 hoyos. Con la información obtenida se procedió al cálculo del peso aceptable y el peso transportado diariamente, con el fin de saber cuánto es el peso que debe de manipular el trabajador.

Mediante el cálculo realizado por cada factor multiplicador que considera el método INSHT, tenemos que el peso aceptable es:

**Peso Aceptable:** 16.07 Kg.



El cálculo del peso aceptable es de 16.07 Kg, en cuál es el peso que debe de poder manipular sin tener afectación para su salud o al sistema músculo esquelético.

Se determinó el nivel de riesgo que provoca una lesión al cuerpo, haciendo una comparación del peso real y del peso teórico.

Se realizó la comparación entre los pesos, en cual muestra que el Peso Real es mayor al Peso Aceptable y se considera un riesgo No Tolerable, por lo cual se debe aplicar medidas correctivas que involucre en disminuir el peso que transporta el operario y evitar fatiga en los brazos y columna. (Ver anexo nº 7).

Además el peso de la carga desplazada de un lugar a otro en cada manipulación, considerándose el peso total de la carga manipulada diariamente (Peso Total Transportado Diariamente) y la distancia recorrida con la carga.

**PTTD es:** 156 Kg.

Se estableció el peso límite en kilogramos de carga trasportadas por cada día en función de la distancia recorrida. (Ver anexo nº 8).

Donde el perforista transporta la perforadora al punto de trabajo pero primero es trasladada por una burra o camión y luego el personal la sube por la escalera hasta estar en el frente de trabajo, debido a esto la distancia a que el trabajador se encuentra de lugar supera los 10 metros, indicando que el riesgo es No Tolerable, ya que supera los valores máximos recomendados.

## Método NIOSH. Levantamiento de Carga.

El método NIOSH ayudó en la evaluación de la tarea que el perforista realizaba al momento de levantar la perforadora de un lugar a otro. Esta evaluación permitió identificar si el trabajador se encuentra en riesgo por causa de este levantamiento.

**Tabla 23.** Datos para el cálculo de levantamiento de Carga.

	Peso Kg	Dist. Horizontal	Dist. Verical	Desplazamient o Vertical	Asimetría	Frecuencia	Agarre	Duración
<b>Origen</b>	56.8	25 cm	0 cm	160 cm	15°	<0,2	Malo	8 hrs
<b>Destino</b>	56.8	63 cm	0 cm	160 cm	15°	<0,2	Malo	8 hrs

Fuente: Elaboración propia.

La información recolectada sirvió para realizar el cálculo de levantamiento de carga, en donde el trabajador levanta la perforada para ponerlo en su hombro y así transportarla, de igual forma la distancia horizontal, el ángulo que se forma cuando levanta la carga del suelo y el tipo de agarre realizado.

El resultado del Índice de Levantamiento es:

**Tabla 24.** Resultado del índice de levantamiento.

	Origen	Destino
<b>RWL</b>	11.97	4.75
<b>IL</b>	4.75	<b>11.96</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se concluyó que el índice de levantamiento asociado a la tarea es de 11.96, indicando que el valor ÍLC puede valorarse el riesgo que entraña la tarea para el

trabajador. Por lo que se considera un riesgo mayor que puede ocasionar problema al personal. (Ver anexo nº 15).

### **Evaluación por estimación. Vibración mano-brazo.**

Las vibraciones representa un riesgo, ya que pueden producir en el organismo del perforista expuesto, daño específico en función de la zona del cuerpo (mano-brazo) a la que afecta, al igual que el nivel de vibración que genera la máquina y de la frecuencia dominante. También es considerado el tiempo que el trabajador se encuentre expuesto a la perforadora.

### **Datos para el cálculo de vibración mano-brazo al perforista.**

Tiempo de exposición: 1 hora

Nivel de emisión de la perforadora en los 3 ejes: 32.5 m/s<sup>2</sup>

Mediante la fórmula A(8):

$$A(8) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_{hwi}^2 T_i}{8}} = 11.5 \text{ m/s}^2$$

De acuerdo el cálculo obtenido se detalla que la exposición diaria total es de 11.5 m/s<sup>2</sup>, haciendo notar que el valor supera del valor límite y además que el riesgo es inaceptable. (Ver anexo nº 16).

### Método OWAS. Posturas forzadas.

Las posturas que toma el ayudante del perforista (minero A) al momento de estar barrenando o incluso en estar nivelando el suelo con una pala, esto provoca al cuerpo trastornos osteomuscular que es muy perjudicial, sobre todo cuando se da de forma reiterada o sostenida. Algunos ejemplos de situaciones en las que pueden darse posturas forzadas son:

- 1) Trabajar en zonas incomoda (por ejemplo en chimenea) provocando extensión de cuello y flexión elevada de brazos.
- 2) Trabajar a ras de suelo provoca flexión elevada de espalda y brazos. A la misma vez, trabajar en cuclillas o de rodillas es considerado como una postura inadecuada.

**Tabla 25.** Clasificación de las posturas observada en el minero C.

Actividades	N° de postura	Postura tronco	Postura brazos	Postura de trabajo	Fuerza/carga	Riesgo
Nivelando el suelo con una pala.	21	2	1	4	1	3
Barreando el recorte.	1	3	2	2	1	1
Sosteniendo el barreno para la perforación.	1	1	3	3	3	1

Fuente: Elaboración propia.

Se clasificaron las puntuaciones correspondientes para cada postura que se realizaba de acuerdo a las actividades y se categorizó el nivel de riesgo, esto

permitió identificar cuáles son las que conlleva a un riesgo alto. (Ver anexo nº 10 y 11).

Luego, se realizó un análisis descriptivo de la tarea por cada zona corporal (Tronco, Brazos, Postura de trabajo y Carga/fuerza), para así determinar la frecuencia relativa en que se realiza y las categorías de riesgo de las posiciones del cuerpo. (Ver anexo nº 12).

**Tabla 26.** Nivel de riesgo por el número de posturas.

Nivel de riesgo		
Riesgo	Nº de Posturas	Porcentaje
1	2	9%
2	0	0%
3	21	91%
4	0	0%

**Fuente:** Elaboración propia.

Se agrupa cada nivel riesgo clasificado por la frecuencia relativa o el número de las posturas, una vez codificadas las posturas incluidas en la evaluación se cálculo la categoría de riesgo de cada una de ellas, obteniendo que la postura con mayor presencia es: 2141. La combinación de esta nos dice: (espalda inclinada, ambos brazos por debajo del hombro, de pie; las dos rodillas flexionadas y con una fuerza de trabajo de 5 kg, presentando un nivel de riesgo malo. (Ver anexo nº 13).



**Gráfica 14.** Porcentaje según el nivel de riesgo calculado.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la categoría de riesgo 1 se encuentra presente un 9% de postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esqueléticos.

En la categoría de riesgo 3 se tiene una frecuencia de un 91%, con efecto dañinos sobre el sistema músculo esqueléticos.

## Método INSHT. Manipulación Manual de Cargas.

En la manipulación de carga conlleva un riesgo inherente para la salud al momento que el trabajador transporta la perforadora que tiene un peso de 56.8 Kg. Debido al exceso de peso que transporta a diario y si ningún medio mecánico que pueda ayudarlo en trasladarla de un lugar a otro, esto genera una afectación directa al sistema músculo esqueléticos, principalmente en la zona lumbar, y articulaciones de los hombros.

**Tabla 27.** Datos para el cálculo.

Peso teórico	Factor de población protegida	Factor de distancia vertical	Factor de giro	Factor de agarre	Factor de frecuencia
25 kg	1	0.84	1	0.9	0.85
	General	175 cm	Sin giro	Malo	1 vez cada 5 minutos

**Fuente:** Elaboración propia.

El ayudante del minero A en cual su labor es ayudar en mantener firme la perforadora al momento de perforar y evitar que el barreno se mueva de la roca, pero en vez en cuando el minero A o el C transporta la maquina al lugar de trabajo o frente. Se procedió al cálculo del peso aceptable y el peso transportado diariamente, con fin de saber el peso que debe de manipular el trabajador.

Mediante el cálculo realizado por cada factor multiplicador que considera el método INSHT, se tiene que el peso aceptable es:

**Peso Aceptable:** 16.07 Kg.

El cálculo del peso aceptable es de 16.07 Kg, eso es lo recomendado para manipular la perforadora sin tener afectación para su salud o al sistema músculo esquelético.

Se determinó el nivel de riesgo que provoca una lesión al cuerpo, haciendo una comparación del peso real y del peso teórico

Se realizó la comparación entre los pesos, en cual muestra que el Peso Real es mayor al Peso Aceptable y se consideró un riesgo No Tolerable. (Ver anexo nº 7).

Además el peso de la carga desplazada de un lugar a otro por cada manipulación; se tiene que considerar el peso total de la carga manipulada diariamente (Peso Total Transportado Diariamente) y la distancia recorrida con la carga.

**PTTD es: 71 Kg.**

Se estableció el peso límite en kilogramos de carga transportadas por cada día en función de la distancia recorrida. (Ver anexo nº 8).

Donde el ayudante transporta la perforadora hasta el punto de trabajo pero primero es trasladada por una burra o camión, en ocasiones cuando no hay disponibilidad de los dos medios entonces se lleva puesta en el hombro y cuando ya está en el lugar él personal la sube por la escalera hasta estar en el frente de trabajo, debido a esto la distancia a que él se encuentra de lugar supera los 10 metros, indicando que el riesgo es No Tolerable, ya que supera los valores máximos recomendados.



## Método NIOSH. Levantamiento de Carga.

Este método permitió evaluar la tarea en la que el minero C realizaba el levantamiento de la perforadora, esta evaluación identificó si el trabajador se encuentra en riesgo por causa del levantamiento de la máquina.

**Tabla 28.** Datos para el cálculo de levantamiento de carga.

	Peso Kg	Dist.Horiz ontal	Dist. Verical	Desplazamie nto Vertical	Asimetría	Frecuencia	Agarre	Duración
<b>Origen</b>	56.8	25 cm	0 cm	160 cm	0°	<0,2	Malo	8 hrs
<b>Destino</b>	56.8	63 cm	0 cm	160 cm	30°	<0,2	Malo	8 hrs

Fuente: Elaboración propia.

Los datos sirvió para realizar el cálculo de levantamiento de carga de la perforadora, en donde el trabajador levanta la perforada para ponerlo en su hombro y así transportarla, al igual que la distancia horizontal, el ángulo que se forma cuando levanta la carga del suelo y el tipo de agarre.

El resultado del Índice de Levantamiento es:

**Tabla 29.** Resultado del índice de levantamiento.

	Origen	Destino
RWL	12.54	4.50
IL	4.53	<b>12.63</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra que el índice de levantamiento asociado a la tarea es de 12.63, indicando que el valor ÍLC puede valorarse el riesgo que entraña la tarea para el

trabajador. Por lo que se considera un riesgo mayor que puede ocasionar problema músculo esqueléticos. (Ver anexo nº 15).

### **Evaluación por estimación. Vibración mano-brazo.**

Las vibraciones representa un riesgo, ya que pueden producir en el organismo del ayudante expuesto, daño específico en función de la zona del cuerpo (mano-brazo) a la que afecta, al igual que el nivel de vibración que genera la máquina y de la frecuencia dominante de la vibración. También en consideración del tiempo que el trabajador se encuentre expuesto a la perforadora.

### **Datos para el cálculo de vibración mano-brazo para el ayudante del perforista.**

Tiempo de exposición: 40 minutos.

Nivel de emisión de la perforadora en los 3 ejes: 32.5 m/s<sup>2</sup>

Mediante la fórmula A(8) se tiene el cálculo:

$$A(8) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_{hwi}^2 T_i}{8}} = 9.4 \text{ m/s}^2$$

De acuerdo el cálculo obtenido se detalla que la exposición diaria total es de 9.4 m/s<sup>2</sup>, haciendo notar que el valor supera del valor límite y además que el riesgo es inaceptable. (Ver anexo nº 16).

### 13. Propuesta de mejoras para los puestos de trabajo estudiados.

Una vez identificado, medido y evaluado los riesgos, a continuación se muestra una serie de recomendaciones para cada cargo:

#### 1) Operador de hornos.

**Tipo de riesgo:** Manipulación Manual de Carga.

**Identificación de riesgo:** Límite de peso por arriba del peso teórico, sobrecarga en la articulación del hombro.

#### **Recomendaciones:**

1. Implemento de carros para transportar la tabla que contienen los vasos de crisol hasta el área de los hornos para un mejor transporte y evitar sobrecarga en los brazos y articulación de los hombros.

2. Es recomendable transportar una mitad del total de la tabla de los vasos de crisol para dividir el peso y la otra mitad transportarla al regreso cuando ya allá dejado la primera.

**Tipo de riesgo:** Movimiento repetitivo.

**Identificación de riesgo:** Movimiento repetitivo de los brazos y/o de las manos/muñecas y cuello, extensión-Flexión en la muñeca a igual que desviación lateral (radial o cubital), flexión o extensión del cuello, torsión del cuello, pronación o supinación de la muñeca.

**Recomendaciones:**

1. Efectuar estiramiento durante la tarea para no fatigar las extremidades superiores y del cuello también.
2. En las actividades que involucre tarea repetitiva continua, es recomendable realizar pausas cortas y frecuentes.
3. Reducir el tiempo que un trabajador dedica a realizar una tarea repetitiva. Esto repercute no solo en la reducción del riesgo físico, sino que además contribuye a evitar la monotonía y el aburrimiento, causa de errores y accidentes.
4. Mejorar el diseño del mango del martillo para evitar la desviación cubital/radial de la muñeca y mantenerla en una postura correcta cuando se está realizando la tarea.

**Tipo de riesgo:** Estrés térmico.

**Identificación de riesgo:** Deshidratación, agotamiento por calor, golpe de calor.

**Recomendaciones:**

1. Disminuir el tiempo de exposición continua al calor e intercalando periodos de descanso.
2. Fijar periodos de descanso frecuentes, con suministro de agua fresca o bebidas hidratantes en lugares con ventilación.
3. Implementación de abanicos industriales para la debida circulación del aire y colocarlo en un lugar estratégico. Y que se mantenga encendido durante toda la jornada de trabajo, para que el personal no se sienta en un entorno bastante caluroso.

**2) Mecánico A.**

**Tipo de riesgo:** Posturas forzadas.

**Identificación de riesgo:** Flexión y rotación de tronco, de pie o en cuclillas con una pierna flexionada y la otra poco flexionada y con el peso desequilibrado, brazos por encima del nivel del hombro.

## Recomendaciones:

1. Se debe de cambiar el cable de control del teclé automático por uno más largo para así poder manipular el control con mayor facilidad y a la vez evitar que los brazos estén por encima del nivel del hombro.
2. Proporcionar cuñas o rodilleras para aliviar la tensión en posturas de rodillas y/o cuclillas.
3. Recordar cuidar la postura al momento de la realización de la tarea, evitar en lo posible giros y flexión excesiva de espalda.
4. Implementación de una banquilla para el personal cuando desatornille los pernos y limpieza de material acumulado del Boltb, con el propósito de evitar postura forzada al momento de esa actividad.
5. Utilizar un cincel más largo para el retiro de material del Boltb que se encuentra acumulado.

### 3) Timbrería.

**Tipo de riesgo:** Levantamiento de Carga, Manipulación Manual de Carga, Posturas Forzadas.

**Identificación de riesgo:** Flexión de tronco y rotación, extensión de rodilla, agarre regular, sobrecarga en la articulación del hombro, límite de peso por arriba del peso teórico, apoyo unipodal y la rodilla flexionada.

**Recomendaciones:**

1. Pinza de agarre para levantamiento de carga: Utilizar dicha herramienta para evitar postura forzada, miembros superiores e inferiores y facilitar el levantamiento desde el nivel de suelo a una altura aproximada de 75 cm, basado en el método NIOSH.

2. Caballete para aserrar: A utilizar esta herramienta se facilitara el aserrar el tablón 12"x 2"x 20 ft y la biga 8"x8"x 20 ft, evitando las posturas forzadas de columna vertebral y miembros superior.

3. Se recomienda que para la construcción de chutes se emplee 4 colaboradores para dicha tarea disminuyendo así el riesgo de levantamiento y manipulación de carga.

4. Con el fin de reducir el nivel de riesgo en la manipulación de carga se recomienda tomar las dimensiones de los tablonos y vigas que se requiere previo a ser trasladados a la área de construcción de chute y aserrados con la medida adecuada, luego podrán ser trasladados con las dimensiones previamente establecidas.

5. Utilizar protector industrial para hombro con el fin de reducir el impacto de la carga en dicha articulación.

6. Utilización de fajón lumbar para protección de la región dorso lumbar al momento de levantar carga.

7. Recordar cuidar la postura al momento de la realización de la tarea, evitar en lo posible giros y flexión excesiva de espalda, evitar extensión de rodillas al momento de levantar carga.

8. Implementación de ayuda mecánica (Tecele móvil) con el fin de reducir la sobrecarga para el personal al momento de trasladar la carga.

#### 4) Minero A y C.

**Tipo de riesgo:** Levantamiento de carga, Manipulación Manual de Carga, Posturas Forzadas, Vibración mano-brazo.

**Identificación de riesgo:** rotación del tronco, flexión del tronco, mínima flexión de rodilla, agarre malo, límite de peso por arriba del peso teórico, sobrecarga en la articulación del hombro, los dos brazos por encima del nivel del hombro, elevación y flexión de los brazos por arriba de 90° del hombro, un brazo por debajo del nivel de los hombros y el otro brazo por encima del nivel de los hombros, rotación externa del hombro, abducción de hombro, síndrome de raynaud (dedo blanco), artrosis de muñeca y del codo, debilidad muscular y dolores en brazos y manos, reducción de la fuerza de amarre, alteraciones vasculares.



## Recomendaciones:

1. Es recomendable trabajar en equipo (minero A y C) al momento de trasladar la perforadora de un lugar a otro para distribuir el peso de la máquina.
2. Utilizar protector industrial para hombro con el fin de reducir el impacto de la carga en dicha articulación.
3. Utilización de fajón lumbar para protección de la región dorso lumbar al momento de levantar carga y de transportarla.
4. Recordar cuidar la postura al momento de la realización de la tarea, evitar en lo posible giros y flexión excesiva de espalda, evitar extensión de rodillas al momento de levantar carga.
5. Transportar la perforadora Jack Leg por parte es decir, la pata y la cabeza con el fin de dividir el peso y así no sobrecargar los músculos de los brazos.
6. Implementación de Malacate manual para el transporte de la perforadora de un nivel a otro.
7. El empleo de guantes anti vibración que puede reducir la exposición a las vibraciones que llegan a través de la perforadora que usan los mineros A y C.

8. Poner recubrimiento esponjoso y aislantes en los mangos de las perforadoras debido que esto permitirá la reducción de la transmisión de vibraciones al trabajador.
  
9. El mantenimiento correcto de la máquina es muy fundamental para reducir el riesgo frente a vibraciones.
  
10. Realizar pautas activa para la reducción de exposición a vibración al personal.
  
11. Hacer rotación del personal cuando este perforando el minero A para intercambiar con el minero C y continuar con la perforación.

## CONCLUSIONES.

La investigación permitió identificar que las personas evaluadas presentaban algún tipo de enfermedad o lesión que se asocia a los TMEs, situación que expresa su asociación con los factores de riesgos ergonómicos, teniendo en cuenta las labores que el personal hace por cada puesto de trabajo y enfrentándose a diario a estos riesgos que perjudica gravemente al cuerpo.

De acuerdo a las evaluaciones ergonómicas que se obtuvo en manipulación manual de carga, en donde el operario manipula un peso mayor de lo que indica el peso aceptable, lo cual muestra un riesgo alto al igual que en los movimientos repetitivos cuando está en constante movimiento de las manos ya que toma postura de flexión o extensión, desviación radial y pronación o supinación; generando un alto riesgo que ocasionaba una lesión en la muñeca. También el operador trabaja en un área en donde la temperatura que genera los hornos es muy elevada pero el efecto que puede tener a la salud es moderado.

Los mecánicos A adopta posturas forzadas constantemente; flexión de rodilla, extensión de brazos, tronco girado al momento de estar manipulando el control eléctrico del teclé que está muy alto, además de la incorrecta postura que realizaba al momento de dar mantenimiento al Bolt de la trituradora HP 200, provocando daños moderado al cuerpo ya que esto puede generar trastornos osteomuscular al sistema.

Al personal de mina subterránea se muestra que el nivel de riesgo es alto porque los factores de riesgo que están ellos expuesto son: manipulación manual de carga, levantamiento de carga, posturas forzadas y vibración mano-brazo; ya que esto da lugar a las apariciones de enfermedades o lesiones músculo esqueléticas que

perjudica gravemente a la salud del trabajador. Esto ocurrió cuando el personal levanta o manipula carga que sobre exceder del peso aceptable que es lo permitido para así evitar la aparición de una lesión, al igual de las posturas que se adopta cuando está colocando las vigas o tablones en alturas debido que permanecer cierto lazo de tiempo en postura incomoda, a igual forma pasa con el minero cuando barrena las líneas a perforar cuando en ocasiones debe de flexionar las rodillas o estar agachado o incluso tener extendido los brazos, de igual forma el tiempo que se encuentra expuesto a las atlas vibraciones de la perforadora; ya que es muy perjudicial para la salud si se mantiene por un lazo de tiempo determinado.

El plan de mejora permitió en disminuir o controlar estos tipos de trastornos músculo esqueléticos de acuerdo a los factores de riesgo que se presentó en cada uno de los puestos trabajo, con el fin que el personal siga las recomendaciones dadas y cumplan con las normas de seguridad para así garantizarle un trabajo seguro para su salud.

## RECOMENDACIONES.

La empresa debe monitorear la aparición en los trabajadores de signos o síntomas de trastornos músculo esqueléticos de modo que puedan intervenir oportunamente realizando una serie de acciones que permitan modificar el puesto o la forma de trabajo para evitar así nuevas lesiones, por lo cual se tienen las siguientes recomendaciones:

1. Diseñar un sistema de vigilancia epidemiológica de TMEs en trabajadores expuestos que incluya atención médica, exámenes periódicos anuales, reubicación laboral.
2. Informar y formar a los trabajadores acerca de la importancia e impacto de los trastornos músculo esqueléticos y tipo de lesiones, realizar pausas activas durante la ejecución de la labor que permitan disminuir o controlar estos riesgos ergonómicos.
3. Implementar un programa ergonómico, para prevenir, evaluar y manejar las alteraciones relacionadas con el sistema músculo esqueléticos que incluya: análisis, evaluación y adecuación del puesto de trabajo, prevención y control de lesiones, entrenamiento y educación.
4. Involucrar al trabajador e incorporarlo a los estudios de los factores de riesgo de la tarea, tomando en cuenta su opinión en la toma de decisiones.
5. Automatizar o mecanizar en los procesos de estudios.

6. La empresa debe de aprovechar los resultados obtenido mediante este estudio y coordinar con el departamento de seguridad, que tome medidas para el establecimiento de un plan de acción, mejoras e inversiones de equipos y herramientas que sean de provecho para el cuidado de la salud de sus trabajadores. Con esto se pretende que la empresa ejecute estudio riguroso que conlleve a inversiones y las mejoras laborales en cada puesto de trabajo que incidió en esta investigación.

El responsable de seguridad debe tomar como referencia el muestreo y la información realizada y sugerir a la empresa que hagan inversiones referente a EPP que se observó que no había en los puesto de trabajo y que son de suma importancia.

7.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Álvarez, C. E. (2001). *Metodología: Diseño y desarrollo del proceso de investigación. (3era ed.)*. México: Mc: Graw Hill.
- Garcia Criollo, R. (1998). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: Mc Graw Hill : 2da ed.
- Humberto Gutiérrez Pulido, R. d. (2009). *Control Estadístico de la Calidad*. Guanajuato, México: Mc.Graw.Hill. 2da ed.
- Miguel Díez de Ulzurrun Sagala, A. G. (2007). *Trastornos músculoesqueléticos de origen laboral*. España-Navarra: Primera Edición.
- OMS. (2004). *Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo*. Berlín: Ed. 5.
- Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2010). *Metodología de la investigación. (5ta edición)*. México: Mc: Graw Hill.
- Universidad Centroamérica, (. (2014). *Citas y Referencias: (Manual APA)*. Managua: 6ta ed.

## ANEXOS.

**Anexo 1.** Estructura de la entrevista al personal.

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

Preguntas que se realizó en la entrevista para el personal en general.

**¿Cuánto tiempo tomas de descanso o reposo para recuperarte físicamente?**

**Respuesta:** Sinceramente no tengo tiempo de descanso, debido que tenemos que avanzar con las tareas que nos programa el jefe a diario, para cumplir con las metas y recibir bonos de cumplimiento o avance porque si no, no recibimos bonos si entregamos la tarea tarde o pasada de la fecha.

**¿Ha sufrido de lesiones o enfermedad por trastornos músculo esqueléticos en su trabajo?**

**Respuesta:** Si claro, porque en algunos momentos uno tal vez realiza maniobra incorrecta del cuerpo o adoptar postura que no es lo más adecuado o en levantar objetos muy pesado pero a pesar de eso uno se tiene que adaptar al lugar de trabajo y a la incomodidad para así terminar el trabajo, sabiendo que uno está expuesto a riesgo diario de cualquier tipo.

**¿En qué zona de su cuerpo le duele cuando realiza su trabajo?**

**Respuesta:** La columna, el cuello, los pies, las muñecas y los hombros.



¿Ha pensado en que lo reubiquen de puesto laboral?

**Respuesta:** Si lo he pensado, pero si uno cambia de trabajo y me manda otro lugar de trabajo tendría que iniciar de cero para saber cómo funciona y poder agarrarle, pero como ya se cómo trabajo en el puesto que estoy y con quienes me llevo bien también.

Anexo 2. Equipos de medición.



Heat Stress Meter Extech ht30



Kestrel Pocket Weather Tracker 4000

**Anexo 3.** Puntuaciones promedio de las posturas de los brazos, del cuello y de las muñecas, de la intensidad del esfuerzo de las manos y de la repetitividad de brazos y manos.

Posturas		Puntuación																			
		Puntuación promedio cuello		Puntuación promedio brazos		Puntuación promedio manos		Puntuación promedio Desv. Lat		Puntuación promedio Prono o Sup		Puntuación promedio intensidad de las manos									
Subtareas	Posturas Por subtareas	% tiempo																			
Preparar las muestras en los crisoles	Agarrar el crisol, hechar nitrato de plata, hechar fundente	79%, 14%, 7%	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	0	1	1	1	1	1	1
Trasladar y Poner los crisoles en la mesa	Agarrar los crisoles, ponerlo en la mesa, llevar tabla a su lugar	45%, 45%, 10%	2	2	1	2	2	1	2	1	2	0	0	1	0	0	1	6	1	1	1
Colocar los crisoles en el horno	Colocarlos en el horno, retirar la espátula	33%, 42%, 25%	3	2	3	1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	0	1	1	1	1
Sacar los crisoles del horno y vaciarlo en los moldes	Agarrar los crisoles, vaciarlo en los moldes, colocar crisol vacío en la mesa	34%, 54%, 12%	2	3	3	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Poner los crisoles vacío en el suelo	Agarrar los crisoles, trasladarlo, colocarlo en el suelo	42%, 18%, 40%	3	1	3	2	3	2	1	2	2	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
Golpear las muestras que están en los moldes con el martillo	Agarrar martillo, golpear la escoria, limpiar mesa	45%, 43%, 12%	3	3	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	0	0	1	1	1	1	1
Dar forma de cuadro a la muestra	Agarrar la muestra, golpear la muestra con martillo, colocar en la lamina	20%, 64%, 15%	3	3	3	2	2	2	1	2	1	1	2	1	0	1	0	1	1	1	1
Poner las muestras en los copelos y ponerlo en el horno	Agarrar las muestras, ponerlo en los copelos, colocar los copelos en el horno	16%, 20%, 61%	3	2	3	2	3	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
Sacar los copelos del horno	Colocarlos en la lamina, llevarlo a otro proceso	61%, 19%, 20%	2	3	2	3	2	2	1	1	2	1	1	2	0	0	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

#### Anexo 4. Nivel de riesgo en Cuello-Hombro a corto, medio y largo plazo.

Nivel de riesgo en Cuello-Hombro						
Riesgo a corto plazo						
Postura de brazos	1		2		3	
Repetitividad de brazos						
Postura de cuello	1	2	1	2	1	2
1	1	1	1	2	2	3
2	2	2	2	3	3	4
3	2	3	3	4	3	4
Riesgo a medio plazo						
Postura de brazos	1		2		3	
Repetitividad de brazos						
Postura de cuello	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	3
2	2	2	2	3	3	4
3	3	3	3	4	4	4
Riesgo a larzo plazo						
Postura de brazos	1		2		3	
Repetitividad de brazos						
Postura de cuello	1	2	1	2	1	2
1	2	2	2	2	3	3
2	2	3	3	4	3	3
3	3	4	4	4	4	4

Fuente: Nogareda, S., & García, C. (2009). *Tareas repetitivas: método Ergo/IBV de evaluación de ergonómicos*.

#### Anexo 5. Nivel de riesgo en Mano-Muñeca.

Nivel de riesgo en Mano-Muñeca							
Intensidad del esfuerzo de la mano		1		2		3	
		Repetitividad de manos					
Desviación lateral o pronación/ supinación de muñecas	Flexión/extensión de muñecas	1	2	1	2	1	2
		1	1	1	1	2	2
2	1		2	2	2	2	2
2	1	2	2	3	3	3	3
	2	2	2	3	3	3	3
3	1	3	4	3	4	4	4
	2	4	4	4	4	4	4

Fuente: Nogareda, S., & García, C. (2009). *Tareas repetitivas: método Ergo/IBV de evaluación de ergonómicos*.

**Anexo 6.** Niveles de riesgo de lesión músculo esquelética en cuello y mano-muñeca.

Nivel de riesgo	Riesgo
I	$p < 0.25$
II	$0.25 < p < 0.4$
III	$0.4 < p < 0.6$
IV	$0.6 < p$

Fuente: Nogareda, S., & García, C. (2009). *Tareas repetitivas: método Ergo/IBV de evaluación de ergonómicos*.

**Anexo 7.** Riesgo en función del Peso Real de la Carga y del Peso Aceptable.

Peso Real vs. Peso Aceptable	Riesgo	Medidas Correctivas
Peso Real $\leq$ Peso Aceptable	Tolerable	No son necesarias
Peso Real $>$ Peso Aceptable	No tolerable	Son necesarias

Fuente: Mas, D., & J. A. (2015). *Ecuación de INSHT. Evaluación de la Manipulación Manual de carga*.

**Anexo 8.** Límites de carga transportada diariamente.

Distancia de transporte	Kilos/día transportados (máximos recomendados)	Riesgo
Hasta 10 metros	PTTD $\leq$ 10 Kg	Tolerable
	PTTD $>$ 10 Kg	No Tolerable
Más de 10 metros	PTTD $\leq$ 6 Kg	Tolerable
	PTTD $>$ 6 Kg	No Tolerable



Fuente: Mas, D., & J. A. (2015). *Ecuación de INSHT. Evaluación de la Manipulación Manual de carga*.




### Anexo 9. Peso total por cada tabla y cantidad de crisol.

	<b>Peso Total tabla/crisol en Kg</b>	<b>Cantidad de crisol</b>
<b>Medición 1</b>	19.10	24
<b>Medición 2</b>	16.30	20
<b>Medición 3</b>	14.20	17
<b>Medición 4</b>	17.70	22
<b>Medición 5</b>	17.00	21
<b>Medición 6</b>	18.40	23
<b>Medición 7</b>	15.60	19
<b>Medición 8</b>	19.10	24
<b>Medición 9</b>	18.40	23
<b>Medición 10</b>	19.80	25
<b>Medición 11</b>	15.60	19
<b>Medición 12</b>	16.30	20

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 10. Codificación de posturas.

Posición de la espalda	Código
<b>Espalda derecha</b> El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas 	<b>1</b>
<b>Espalda doblada</b> Puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20° (Mattila et al., 1999) 	<b>2</b>
<b>Espalda con giro</b> Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20° 	<b>3</b>
<b>Espalda doblada con giro</b> Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea 	<b>4</b>

Posición de los brazos	Código
<b>Los dos brazos bajos</b> Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros 	<b>1</b>
<b>Un brazo bajo y el otro elevado</b> Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro otro, o parte del otro, está situado por encima del nivel de los hombros 	<b>2</b>
<b>Los dos brazos elevados</b> Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros 	<b>3</b>

Fuente: Mas, D., & J. A. (2015). *Método OWAS. Evaluación Postural.*

Fuente: Mas, D., & J. A. (2015). *Método OWAS. Evaluación Postural.*

Posición de las piernas	Código
<b>Sentado</b>	
El trabajador permanece sentado	 <b>1</b>
<b>De pie con las dos piernas rectas</b>	
Las dos piernas rectas y con el peso equilibrado entre ambas	 <b>2</b>
<b>De pie con una pierna recta y la otra flexionada</b>	
De pie con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas	 <b>3</b>
<b>De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas</b>	
Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.	 <b>4</b>
<b>De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado</b>	
Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.	 <b>5</b>
<b>Arrodillado</b>	
El trabajador apoya una o las dos rodillas en el suelo.	 <b>6</b>
<b>Andando</b>	
El trabajador camina	 <b>7</b>

Carga o fuerza	Código
<b>Menos de 10 kg</b>	
 <b>&lt;10kg</b>	<b>1</b>
<b>Entre 10 y 20 kg</b>	
 <b>10-20 kg</b>	<b>2</b>
<b>Mas de 20 kg</b>	
 <b>&gt; 20kg</b>	<b>3</b>

Fuente: Mas, D., & J. A. (2015). *Método OWAS. Evaluación Postural.*

Fuente: Mas, D., & J. A. (2015). *Método OWAS. Evaluación Postural.*

### Anexo 11. Categoría de riesgo por códigos de postura.

	Piernas	1			2			3			4			5			6			7			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Espalda	Brazos																						
		Carga																					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Fuente: Mas, D., & J. A. (2015). *Método OWAS. Evaluación Postural.*

## Anexo 12. Categorías de riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa.

Frecuencia Relativa		≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%
ESPALDA	Espalda derecha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Espalda doblada	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Espalda con giro	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Espalda doblada con giro	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
BRAZOS	Dos brazos bajos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Un brazo bajo y el otro elevado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Dos brazos elevados	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
PIERNAS	Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	De pie	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	Sobre una pierna recta	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Sobre rodillas flexionadas	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	Sobre una rodilla flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	Arrodillado	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Andando	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

Fuente: Mas, D., & J. A. (2015). *Método OWAS. Evaluación Postural*.

## Anexo 13. Categorías de riesgo y acciones correctivas.

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

Fuente: Mas, D., & J. A. (2015). *Método OWAS. Evaluación Postural*.

#### Anexo 14. Fórmula para levantamiento compuesto.

$$\begin{aligned}
 ILC = & \text{ILT A} + (\text{ILT B} (fA+fB) - \text{ILT B} (fA) ) + (\text{ILT C} (fA + fB + fC) - \text{ILT C} (fA + fB)) \\
 & + (\text{ILT D} (fA + fB + fC + fD) - \text{ILT D} (fA + fB + fC)) + (\text{ILT E} (fA + fB + fC + fD + fE) \\
 & - (\text{ILT E} (fA + fB + fC + fD))) + (\text{ILT F} (fA + fB + fC + fD + fE + fF) - \text{ILT F} (fA + fB + \\
 & fC + fD + fE)) + (\text{ILT G} (fA + fB + fC + fD + fE + fF + fG) - \text{ILT G} (fA + fB + fC + fD + \\
 & fE + fF)) + (\text{ILT H} (fA + fB + fC + fD + fE + fF + fG + fH) - \text{ILT H} (fA + fB + fC + fD + \\
 & fE + fF + fG))
 \end{aligned}$$

LPR B (fA+fB)=	6.68	LPR C (fA+fB+fC)=	5.42
<b>ILT B (fA+fB) =</b>	<b>6.14</b>	<b>ILT C (fA+fB+fC) =</b>	<b>13.83</b>
LPR B (fA)=	7.01	LPR C (fA+fB)=	5.42
<b>ILT B (fA) =</b>	<b>5.85</b>	<b>ILT C (fA+fB) =</b>	<b>14</b>

LPR D (fA+fB+fC+fD)=	4.39	LPR E (fA+fB+fC+fD+fE)=	5.27
<b>ILT D (fA+fB+fC+fD)=</b>	<b>5.01</b>	<b>ILT E (fA+fB+fC+fD+fE)=</b>	<b>4.18</b>
LPR D (fA+fB+fC)=	4.75	LPR E (fA+fB+fC+fD)=	5.27
<b>ILT D (fA+fB+fC)=</b>	<b>4.64</b>	<b>ILT E (fA+fB+fC+fD)=</b>	<b>2.84</b>

LPR F (fA+fB+fC+fD+fE+fF)=	4.95	LPR G (fA+fB+fC+fD+fE+fF+fG)=	4.18
<b>ILT F (fA+fB+fC+fD+fE+fF)=</b>	<b>4.03</b>	<b>ILT G (fA+fB+fC+fD+fE+fF+fG)=</b>	<b>6.22</b>
LPR F (fA+fB+fC+fD+fE)=	17.61	LPR G (fA+fB+fC+fD+fE+fF)=	4.18
<b>ILT F (fA+fB+fC+fD+fE)=</b>	<b>1.13</b>	<b>ILT G (fA+fB+fC+fD+fE+fF)=</b>	<b>6.22</b>

LPR H (fA+fB+fC+fD+fE+fF+fG+fH)=	10.55
<b>ILT H (fA+fB+fC+fD+fE+fF+fG+fH)=</b>	<b>3.51</b>
LPR H (fA+fB+fC+fD+fE+fF+fG)=	10.55
<b>ILT H (fA+fB+fC+fD+fE+fF+fG)=</b>	<b>3.51</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### Anexo 15. Determinación de la existencia de riesgos.

- Si **LI es menor o igual a 1** la tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas.



- Si **LI está entre 1 y 3** la tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.
- Si **LI es mayor o igual a 3** la tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

Fuente: Mas, D., & J. A. (2015). *Ecuación de NIOSH. Evaluación de levantamiento de carga.*

**Anexo 16.** Valores que dan lugar a una acción y valores límites.

Niveles m/s <sup>2</sup>	Definiciones	A(8)
<b>Nivel umbral A(8)</b>	Valor de la exposición por debajo del cual la exposición continua o repetida carece de efectos negativos sobre la salud y la seguridad de los trabajadores.	<b>1 m/s<sup>2</sup></b>
<b>Nivel de acción A(8)</b>	Valor de la exposición a partir del cual se debe dar información a los trabajadores expuestos a este nivel; impartir formación sobre la aplicación de medidas de control; proporcionar información sobre la vibración producida por los equipos de trabajo en un período de referencia de 8 horas; y establecer el programa de medidas técnicas y/o de organización del trabajo destinadas a reducir la exposición.	<b>2,5 m/s<sup>2</sup></b>
<b>Valor límite</b>	Valor de la exposición a partir del cual la persona no protegida corre riesgos inaceptables.	<b>5 m/s<sup>2</sup></b>

Fuente: Lavín Ortíz, N. (2008). *NTP 792. Evaluación de la exposición a la vibración mano-brazo.*

### **Vibración mano-brazo.**

1. El Real Decreto 1311/2005, de 4 noviembre establece disposiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

### **Manipulación Manual de Carga y Levantamiento de Carga.**

1. REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

2. La ISO 11228-1, la cual especifica los límites recomendados para el levantamiento – incluye las tareas de levantar y bajar – y el transporte manual, tomando en cuenta, respectivamente, la intensidad, la frecuencia y la duración de la tarea.

### **Posturas Forzadas.**

1. ISO 11226:2000. cor-1:2006. Ergonomics-- Evaluation of static working postures, tiene como objetivo evaluar las posturas de trabajo estáticas. Especifica los límites recomendados para posturas estáticas que no requieren de la aplicación de fuerzas externas, o que ésta sea mínima, teniendo en consideración los ángulos corporales y el tiempo de mantenimiento.

1. LEGISLACIÓN EUROPEA UNE-EN 12515:1997 Ambientes térmicos calurosos. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico, basados en el cálculo de la tasa de sudoración requerida. (ISO 7933:1989 modificada).

2. UNE EN 27243:95. Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT (Wet Bulbe Globe Temperature).

### **Movimiento repetitivo.**

1. UNE-EN 1005-5: 2007. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia.

2. ISO 11228-3: 2007. Ergonomía. Manejo manual. Parte 3: Manejo de baja a alta frecuencia.



El operador de horno está ingresando los crisoles.

Fuente: Elaboración propia.



El operador está transportando la tabla de crisol al área de los hornos.

Fuente: Elaboración propia.



El operador está mezclando las muestras en los crisoles. Por lo cual se observa el movimiento repetitivo circular en la muñeca.

Fuente: Elaboración propia.



El operador está moldeando las muestras.

Fuente: Elaboración propia.



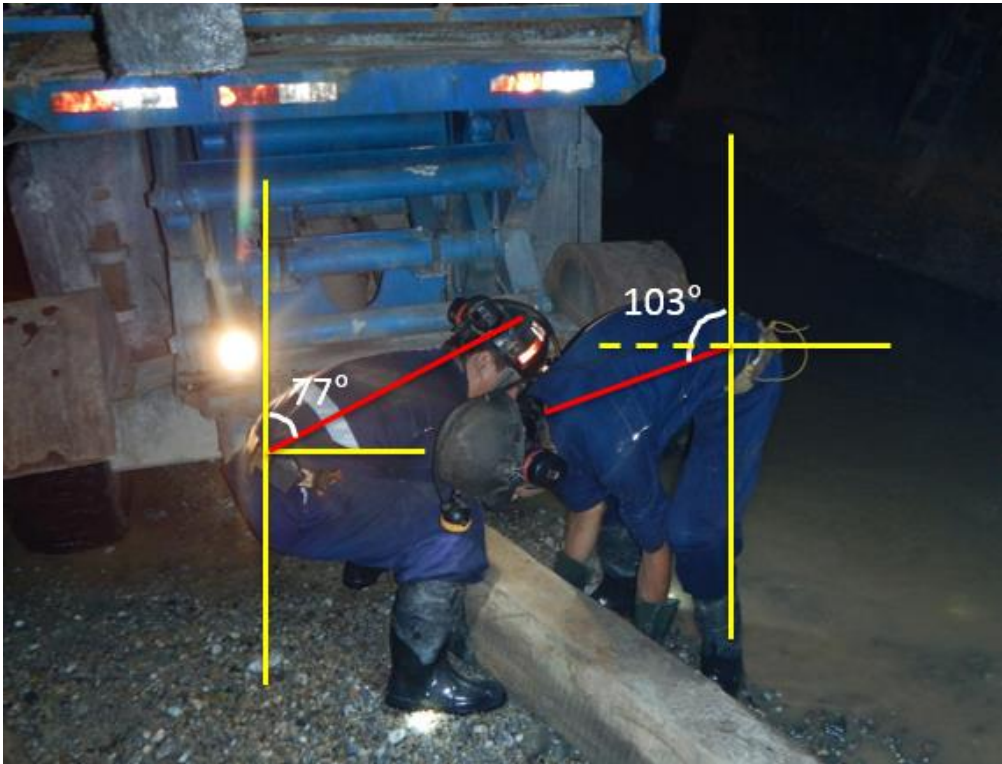
El mecánico está manipulando el control eléctrico del tecele, por lo cual extiende sus brazos y flexiona su columna.

Fuente: Elaboración propia.



El mecánico está desatornillando los pernos con el mazo y realizando limpieza de la misma, generando posturas incorrecta.

Fuente: Elaboración propia.



Los timbreros está tratando de levantar una viga de 8' x 8' x 20" con un peso de 149 Kg. Generando postura incorrecta y sobre pasando el peso optimo recomendable.

**Fuente:** Elaboración propia.



Timbreros transportando una viga 8'x8'. Provocando desviaciones en la columna y cuello.

**Fuente:** Elaboración propia.



Timbrero colocando tabloncitos con distintos tamaños para la plataforma superior.

Fuente: Elaboración propia.



Minero realizando perforación en la veta con la perforadora Jack Leg S250.

Fuente: Elaboración propia.





Minero transporta la perforadora de un lugar a otro, sabiendo que el peso de la máquina es 56.8 Kg.

Fuente: Elaboración propia.



Tractor con remolque para trasladar la perforadora de un lugar a otro.

Fuente: Elaboración propia.



Recopilando los datos en mina subterránea.  
Fuente: Elaboración propia.



Recopilando los datos en mina subterránea.  
Fuente: Elaboración propia.

## GLOSARIO.

**Osteomuscular:** Relacionado con los músculo, los huesos, los tendones, los ligamentos, las articulaciones y los cartílagos.

**Aparato locomotor:** es el conjunto de estructuras que permite a nuestro cuerpo realizar cualquier tipo de movimiento.

**Músculo:** son tejidos blandos que permiten el movimiento de los huesos y de las articulaciones.

**Tendón:** es una estructura fibrosa, gruesa, rígida y flexible, de color blanquecino presente en diversas partes del cuerpo humano.

**Esqueleto óseo:** está formado por un conjunto de estructuras sólidas compuestas básicamente por tejido óseo, que se denominan huesos.

**Cartílago:** (tejido flexible y grueso ubicado en los extremos de los huesos) protegen los huesos y les sirven de amortiguación cuando se unen y friccionan uno contra otro en las articulaciones.

**Ligamento:** Cordón fibroso y resistente que une los huesos de las articulaciones.

**Nervios:** es conjunto de fibras de un tipo en particular que conduce impulsos entre el sistema nervioso central y distintas partes del cuerpo.

**Dorso-lumbar:** Relativo a las regiones lumbar y dorsal.

**Tendinitis:** Inflamación de un tendón debida, generalmente, a un golpe o a un esfuerzo excesivo.

**Epicondilitis:** Inflamación de los tendones de los músculo que se insertan en el epicóndilo.

**Síndrome del túnel carpiano:** Es una afección en la cual existe una presión excesiva en el nervio mediano.

**Barrena:** Herramienta que se usa para perforar. 2. La parte de una herramienta de perforación que corta la roca.

**Barreno:** Agujero practicado en una roca, que se rellena de pólvora u otro explosivo, para hacerla volar.

**Broca:** Aparato o herramienta para el corte de suelos y rocas utilizado en perforaciones o sondeos del subsuelo, que se ensambla en la parte final de la sarta de perforación.

**Galería:** Una galería subterránea que sigue el rumbo del cuerpo mineralizado (vena, veta, filón, manto o capa). Las guías no tienen salida directa a la superficie y están destinadas al transporte de cargas, circulación de personal, ventilación, desagüe, y conducen a los frentes de trabajo.



**Perforadora:** Equipo manual o mecánico operado por una fuente de poder o hidráulico, utilizado para perforar agujeros o barrenos destinados a la detonación o a la instalación de pernos de anclaje para la roca. La perforadora manual, por su peso ligero, puede utilizarse en multitud de aplicaciones, para pequeñas voladuras en la preparación de bancos, para pequeños canales, para caminos con aquellos cortes que sean de poca altura. La barrenación usualmente es de 25 a 42 mm, y la profundidad de la perforación no es mayor de 6 m.

**Banco:** 1. Escalón o unidad de explotación sobre la que se desarrolla el trabajo de extracción en las minas a cielo abierto. 2. Niveles en que se divide una explotación a cielo abierto para facilitar el trabajo de los equipos de perforación, cargue y transporte.

**Perforación:** Acción o proceso de elaborar un orificio circular con un taladro (perforadora) manual o mecánico (eléctrico o hidráulico).

**Sacrolumbalgia:** Se denomina sacrolumbalgia o lumbago a la afección dolorosa de la región sacrolumbar que limita severamente los movimientos de la columna.

**Espondiloartrosis:** La artrosis o espondiloartrosis es la degeneración de las estructuras óseas articulares formadas por los discos intervertebrales y por las articulaciones posteriores. Esta degeneración del cartílago articular puede afectar a cualquier parte de la columna vertebral sea a nivel cervical, dorsal o lumbar.

**Timbrería:** Trabajo o tarea que se ejecuta para la construcción de chute en donde se deposita el mineral.

**Minero A:** Es el oficial o perforista que realiza la tarea de perforar el mineral.

**Minero C:** Es el ayudante del perforista o del minero A para apoyarle en la perforación.

**Muestra:** Parte o cantidad pequeña de una cosa que se considera representativa del total.

**Homogenizando:** Es un elemento del equipamiento de laboratorio utilizado para la homogeneización de distintos tipos de materiales, tales como tejidos, plantas, alimentos, suelo, y muchos otros.

**Crisol:** Recipiente de material refractario que sirve para fundir un metal a temperaturas muy altas, usado en la industria química y metalúrgica.

**Nitrato de plata:** Es una sal inorgánica mixta. Este compuesto es muy utilizado para detectar la presencia de cloruro en otras soluciones.

**Horno mufla:** Una mufla es un horno destinado normalmente para la cocción de materiales cerámicos y para la fundición de metales a través de la energía térmica. Dentro del laboratorio un horno mufla se utiliza para calcinación de sustancias, secado de sustancias, fundición y procesos de control.

**Licuación:** Acción de licuar o licuarse.

**Verter:** Hacer pasar un líquido o una materia disgregada de un recipiente a otro.

**Régulo:** Es la muestra que queda después de la fundición.

**Copel:** Es un recipiente pequeño en donde se deposita el régulo y luego es introducido al horno en temperaturas muy altas para separar los metales nobles, como el oro y la plata.

**Chute:** Es un mecanismo de madera en donde se deposita el mineral.

**Cavas:** Cavar un lugar ya sea a nivel del suelo o pared para la debida colocación de un poste y a la vez quede firme.

**Viguetas:** Son dos vigas que se coloca en la pared de forma horizontal para luego montar la plataforma en donde el personal se apoyará para la construcción del chute.

**Barrear:** Acondicionar o limpiar el sitio con una barra con punta para evitar caída de roca.

**Bull horns:** Es un hierro de forma de U para la sostenibilidad de las vigas superiores.



Lider en Ciencia y Tecnología



**Capitanes:** Son vigas de 8" x 8" x 11' que va colocando en la parte superior del chute.

**Yugo:** Es un viga de 8" x 8" que va colocado en la parte trasera superior del chute.

**Muela:** Son unas vigas 8" x 8" pequeño que se coloca en la parte superior del chute y evitar que salga el mineral en lugares estrecho.

**Ángulo:** Son unos hierro cilíndrico que se coloca en la parte frontal de la compuerta para el sostenimiento de la misma.

**Jack Leg o Stopper:** Marca de la perforadora.

**Perno ojo:** El perno es una pieza metálica larga de sección constante cilíndrica, normalmente hecha de acero o hierro.

**Chimenea:** Es la excavación ascendente(es decir de arriba hacia abajo) en forma vertical o inclinada entre dos galerías minera.

**Acollador:** Es un EPP para la protección contra caídas en alturas.

**INSHT:** El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.





Lider en Ciencia y Tecnología

**OWAS:** Ovako Trabajo posturas Sistema de Análisis.



**NIOSH:** El Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional.

**Índice TGBH:** Índice de Temperatura Globo Bulbo Termómetro.

**ERGO/IBV:** Método para tarea que involucra movimiento repetitivo.

**Golpe de calor:** Es la situación provocada por un exceso de calentamiento del cuerpo en un lapso de tiempo relativamente breve.

**Flexión de brazo:** la flexión es la acción y efecto de doblar el cuerpo o alguno de sus miembros.

**Extensión brazos:** Es lo opuesto de la flexión.

**Abducción del hombro:** Es el movimiento de alejamiento desde la línea media del cuerpo.

**Pronación de la mano:** Es la rotación del antebrazo que permite situar la mano con el dorso hacia arriba.

**Supinación de la mano:** Es el movimiento contrario de la pronación.



*Lider en Ciencia y Tecnología*



**Desviación radial:** Posición de la mano con la muñeca curvada hacia el pulgar.

**Epidemiología/ca:** Parte de la medicina que estudia el desarrollo epidémico y la incidencia de las enfermedades infecciosas en la población.

**Bolt:** Es una pieza de la trituradora HP 200, cuya función es retener el mineral y estarlo triturando con el metso.

**Tabla de Crisol:** Es una tabla cuadrada que tiene 25 agujeros en donde se deposita los vasos de crisol con las muestras.