



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Estudio ergonómico biomecánico en el levantamiento manual  
de cargas y propuestas de medidas correctivas de una  
empresa que fabrica productos plásticos en el cantón Durán”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN GERENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL  
TRABAJO**

**Presentada por:**

**ALBERTO DAMIAN LOOR MIRANDA**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2021**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los compañeros de trabajo que me supieron guiar por los caminos del aprendizaje, con las diferentes pruebas que a diario se nos presentaban en el desarrollo de las actividades laborales. En especial al MSc. Edwin Regalado que con su vasto conocimiento me guió en el desarrollo del trabajo familia

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia quienes me dieron fuerzas de apoyo e incentivaron a continuar con el aprendizaje.

A mi padre, hermana, sobrino, abuela, tío; que con su guía espiritual me dieron la confianza para continuar.

# TRIBUNAL DE TITULACIÓN

---

**Ángel Ramírez M., Ph.D.**  
**DECANO DE LA FIMCP**  
**PRESIDENTE**

---

**Edwin Regalado M., MSc.**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

---

**Paul Cajías V., MSc.**  
**VOCAL**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

**Alberto Damián Loor Miranda**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar los factores de riesgo ergonómico por levantamiento manual de cargas mediante la norma ISO 11228-1 en el área de despachos en el puesto de estibador. El trabajo se desarrolló con un tipo de investigación cualitativa para identificar aspectos generales del espacio de bodega en la fábrica, cuantitativa para determinar los pesos de cada carga que realizan los estibadores, a más del grado de esfuerzo empleado en la actividad, por otro lado es de tipo bibliográfico ya que se buscó conocer la variedad de modelos ergonómicos hasta llegar al modelo biomecánico, de igual forma se realizó la revisión de contenidos y fuentes bibliográficas de las Normas ISO 11228-1 y 12295, también se recurrió a la aplicación de una encuesta, que se aplicó a diez grupos de estibadores, conformado por el talento humano de la fábrica. Finalmente, se obtuvo como resultado que el personal presenta un sobreesfuerzo físico superior al esfuerzo normal ya que se observó que el personal realiza constantemente levantamientos manuales de cargas de forma incorrecta lo que ha generado dorsos lumbares, lumbalgias, pues no se respeta el límite establecido de 25 kg para hombres y 15 kg para mujeres según la Normas ISO 12295. Por lo tanto, se concluye que es necesaria la propuesta de medidas correctivas.

**Palabras clave:** ergonomía, biomecánico, levantamiento de carga, correctivas.

# ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>III</b>
<b>TRIBUNAL DE TITULACIÓN</b> .....	<b>IV</b>
<b>DECLARACIÓN EXPRESA</b> .....	<b>V</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VI</b>
<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Planteamiento del problema</b> .....	<b>1</b>
1.1. Formulación del problema .....	2
1.2. Objetivos .....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivo específico.....	2
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>3</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	3
2.2. Bases Teóricas.....	3
2.2.1. Papel de los peligros biomecánicos .....	6
2.2.2. Daño biomecánico .....	7
2.2.3. Daño biomecánico a los músculos .....	7
2.2.4. Daño biomecánico a otros tejidos conectivos.....	8
2.2.5. Daño biomecánico a los nervios.....	8
2.2.6. Evaluación del riesgo de peligros biomecánicos .....	8
2.2.7. Factores de riesgo .....	9
2.2.8. Estudio biomecánico ergonómico en elevación manual de cargas.....	11
2.2.9. Factores humanos y ergonomía.....	12
2.2.10. Dominios de especialización .....	13
2.2.11. Ergonomía física .....	13
2.2.12. Ergonomía cognitiva .....	14
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>18</b>
<b>3. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>18</b>
3.1 Modalidad de investigación .....	18
3.6 Instrumentos de investigación .....	18
3.6 Recolección de información .....	19
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>21</b>
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>21</b>
4.1. Procesamiento de datos y análisis .....	21

<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>55</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>55</b>
5.1. Conclusiones.....	55
5.2. Recomendaciones.....	55
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ABREVIATURAS

ISO	Organización Internacional de Normalización
TME	Trastornos Musculo Esqueléticos
MMM	Manipulación Manual de Materiales
TMERT	Trastornos Músculos Esqueléticos Relacionados con el Trabajo
SUM	Máquinas de Vectores de Soporte
OSHA	Administración de Salud y Seguridad Ocupacional
NIOSH	Institución Nacional de Seguridad Ocupacional

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Ubicación geográfica .....	19
Figura 4.2 Ciclo de gestión del riesgo .....	22
Figura 4.3 Resultados cuestionario nórdico .....	25
Figura 4.4 Resultados pregunta 5 cuestionario nórdico .....	26
Figura 4.5 Resultados pregunta 6 cuestionario nórdico .....	28
Figura 4.6 Resultados pregunta 7 cuestionario nórdico .....	29
Figura 4.7 Resultados pregunta 8 cuestionario nórdico .....	31
Figura 4.8 Resultados pregunta 9 cuestionario nórdico .....	33
Figura 4.9 Resultados pregunta 10 cuestionario nórdico .....	34
Figura 4.10 Resultados pregunta 11 cuestionario nórdico .....	36
Figura 4.11 Resultados pregunta 12 cuestionario nórdico .....	37
Figura 4.12 Resultados pregunta 13 cuestionario nórdico .....	39
Figura 4.13 Evaluación rápida con programa ERGO_epm.....	50
Figura 4.14 Modelo por pasos .....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados del cuestionario nórdico.....	24
Tabla 2 Tabulación pregunta 5 cuestionario nórdico.....	25
Tabla 3 Resultados pregunta 5 cuestionario nórdico .....	26
Tabla 4 Tabulación pregunta 6 cuestionario nórdico.....	27
Tabla 5 Resultados pregunta 6 cuestionario nórdico .....	27
Tabla 6 Tabulación pregunta 7 cuestionario nórdico.....	28
Tabla 7 Resultados pregunta 7 cuestionario nórdico .....	29
Tabla 8 Tabulación pregunta 8 cuestionario nórdico.....	30
Tabla 9 Resultados pregunta 8 cuestionario nórdico .....	30
Tabla 10 Tabulación pregunta 9 cuestionario nórdico.....	32
Tabla 11 Resultados pregunta 9 cuestionario nórdico.....	32
Tabla 12 Tabulación pregunta 10 cuestionario nórdico.....	33
Tabla 13 Resultados pregunta 10 cuestionario nórdico.....	34
Tabla 14 Tabulación pregunta 11 cuestionario nórdico.....	35
Tabla 15 Resultados pregunta 11 cuestionario nórdico.....	35
Tabla 16 Tabulación pregunta 12 cuestionario nórdico.....	36
Tabla 17 Resultados pregunta 12 cuestionario nórdico.....	37
Tabla 18 Tabulación pregunta 13 cuestionario nórdico.....	38
Tabla 19 Resultados pregunta 13 cuestionario nórdico.....	38
Tabla 20 Inspección estibaje accesorios 50mm x 90 .....	40
Tabla 21 Inspección estibaje accesorios ½ Pulg x 90 Roscable .....	41
Tabla 22 Inspección estibaje tubería 110 mm desagüe .....	42
Tabla 23 Inspección estibaje tubería ½ Pulg roscable .....	43
Tabla 24 Cálculos para estibaje accesorios 50mm x 90.....	52
Tabla 25 Cálculos estibaje de accesorios ½ pulgada roscable .....	53
Tabla 26 Cálculos estibaje de tuberías 110 mm desagüe .....	53
Tabla 27 Cálculos estibaje de tubería ½ pulgada roscable .....	54

# CAPÍTULO 1

## 1. Planteamiento del problema

La empresa tiene como actividad principal la elaboración y comercialización de productos plásticos cuya variedad se extiende desde la categoría de prediales, infraestructura, telecomunicaciones, arquitectura plástica, hasta el sector agrícola. La alta demanda de producción ocasiona que exista aproximadamente un despacho diario de 20 toneladas de carga en el área de bodega. El proceso consiste en abastecer 45 camiones diarios; en donde los estibadores en el espacio son de forma manual levantan los productos y los colocan en sus respectivos vehículos.

Los estibadores de bodega despachan un promedio de 45 camiones diarios cuya capacidad varía entre 1 a 20 toneladas de forma manual esta actividad, para ello, se asignan 3 cargadores del área por camión, no obstante, existen cargas cuyo peso es superior a 100 kilogramos en donde se asigna un montacarguista para el despacho. En referencia a la cantidad de carga manejable, da como relevancia un impacto físico elevado y de gran esfuerzo.

Estudios previos han señalado que la exposición al levantamiento manual de cargas puede implicar riesgos de salud significativos en caso de no adaptar prácticas de posturas ergonómicas, como consecuencia lesiones en la zona lumbar (Snook Stover, 2007); por lo que es analizar las actividades al momento de elevar, descender las diferentes cantidades para poder prevenir la posible generación de trastornos músculo esqueléticos. Las disposiciones y normativas establecidas en la ISO 11228-1 2003 que considera los diferentes factores permitirá cuantificar el nivel de riesgo y proponer medidas de control.

En trabajos con alto impacto físico, la ergonomía es un elemento clave para reducir los riesgos de lesiones físicas generadas en el corto y largo plazo dentro del puesto de trabajo (Singleton Loor, 2010). Para lograr este cometido es necesario diseñar las condiciones del espacio laboral, las características de las actividades realizadas y como estas obligan al trabajador a adoptar posturas y movimientos sin embargo es tener en consideración los pesos de cada carga a realizar (Ciriello Buck, 2007).

Por otra parte, la rotación del personal en las actividades de manipulación manual de cargas debe ser considerada como un método de control con la finalidad de prevenir lesiones musculo esqueléticas, es decir a menor exposición menor será el riesgo de adquirir afecciones producto de movimientos repetitivos, (Amir Swith, 2020).

La actividad de estiba de camiones hace 3 años lo realizaba una empresa, en la actualidad la compañía cuenta con un total de 10 estibadores, esta carga es desarrollada en dos turnos de 8 horas con un equivalente de 5 cargadores por turno cuyas edades fluctúan entre 28 y 45 años.

## **1.1. Formulación del problema**

Presencia de colaboradores con molestias osteomusculares en espalda baja por la manipulación manual de productos plásticos en el despacho a los camiones.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Evaluar los factores de riesgo ergonómico por levantamiento manual de cargas mediante la norma ISO 11228-1 en el área de despachos en el puesto de estibador.

### **1.2.2. Objetivo específico**

- Identificar los peligros ergonómicos presentes en los puestos de trabajo aplicando la ISO TR 12295.
- Evaluar el nivel de riesgo ergonómico por levantamiento de cargas en los trabajadores mediante la norma ISO 11228-1.
- Proponer medidas correctivas que reduzcan el nivel de riesgo ergonómico por levantamiento de cargas.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

Los modelos biomecánicos son ecuaciones matemáticas de predicción que se logran utilizar de esta manera para estimar cargas en el cuerpo humano. Estos pueden ser complejos, incluido el peso corporal y las diversas orientaciones de las articulaciones en cuestión. La biomecánica es el estudio de la estructura física de los organismos vivos (Vernaza Sierra, 2016)

En relación con la ergonomía del lugar de trabajo, el cuerpo humano se considera un sistema de palancas. En el nivel más simple, al conocer el peso de un objeto sostenido y la distancia desde una articulación, la carga se puede calcular fácilmente.

Las labores de manipulación manual de materiales consiguen exponer a los trabajadores a factores de riesgo físicos. Si estas tareas se realizan repetidamente o durante largos períodos de tiempo, pueden provocar fatiga y contusiones. Los principales factores o condiciones de peligro asociados con el desarrollo de lesiones en las tareas de manipulación manual de abastos incluyen:

- Posturas incómodas (p. Ej., Agacharse, torcerse)
- Movimientos repetitivos (p. Ej., Alcanzar, levantar, cargar con frecuencia)
- Esfuerzos enérgicos (p. Ej., transportar o levantar cargas pesadas)
- Puntos de presión (por ejemplo, agarrar [o contacto de] cargas, apoyarse contra partes o superficies que son duras o tienen bordes afilados)
- Posturas estáticas (por ejemplo, mantener posiciones fijas durante mucho tiempo).

La exposición a uno o más de estos factores inicialmente puede provocar fatiga y malestar. Con el tiempo, alcanzan a producirse lesiones en la espalda, los hombros, las manos, las muñecas u otras partes del cuerpo. Las contusiones pueden incluir daño a músculos, tendones, ligamentos, nervios y vasos sanguíneos (Márquez Gómez, 2015)

Las lesiones de este tipo se conocen como trastornos musculo esqueléticos o TME. Además, las malas condiciones ambientales, es el caso del calor extremo, el frío, el ruido y la iluminación deficiente, pueden aumentar las posibilidades de que los trabajadores desarrollen otros tipos de problemas que necesitan mejoras ergonómicas.

### 2.2. Bases Teóricas

En general, las mejoras ergonómicas son cambios realizados para optimar el ajuste entre las demandas de las tareas laborales y las capacidades de sus trabajadores. Suele haber muchas opciones para mejorar una determinada tarea de manipulación manual.

Hay dos tipos de mejoras ergonómicas:

## 1. Mejoras de ingeniería

Estas incluyen reorganizar, modificar, rediseñar, proporcionar o reemplazar herramientas, equipos, estaciones de trabajo, empaques, piezas, procesos, productos o materiales (Leyva Martínez, 2016)

## 2. Mejoras administrativas

Las mejoras administrativas, como la rotación laboral, pueden ayudar a reducir la exposición de los personales a los factores de riesgo al limitar la cantidad de tiempo que los trabajadores dedican a "trabajos problemáticos".

Sin embargo, las medidas aún alcanzan a exponer a los trabajadores a factores de riesgo que pueden provocar lesiones. Por estas razones, la forma más eficaz de eliminar los "trabajos problemáticos" es cambiarlos. Esto se puede implementando las mejoras de ingeniería apropiadas y modificando las prácticas de trabajo en consecuencia.

El entrenamiento por sí solo no es una mejora ergonómica. Por otro lado, debe usarse junto con cualquier cambio realizado en el lugar de trabajo. Los trabajadores necesitan capacitación y práctica con nuevas herramientas, equipos o prácticas laborales para asegurarse de que tienen las habilidades necesarias para trabajar de manera segura (Guillén Fonseca, 2016)

La formación es más eficaz cuando es interactiva e involucra plenamente a los trabajadores.

Cuatro causas principales de problemas de salud atrajeron la atención de los especialistas en ergonomía y seguridad: posturas en el trabajo, manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos y estrés ocupacional.

Esto se debe a la frecuencia de problemas de salud derivados de estas causas en ese período. Un trabajador será más productivo si está más satisfecho y motivado en el trabajo. La satisfacción y la motivación dependen en gran medida de las condiciones de trabajo en las que se desarrollan las actividades (Borja Reyna, 2020)

Igualmente, importante es la participación del empleado para encontrar y resolver problemas de su entorno de trabajo. Una relación directa y cercana de productividad, satisfacción y motivación surge de la correcta gestión de las condiciones laborales.

Las posturas inadecuadas que los trabajadores se ven obligados a adoptar debido a las condiciones laborales pueden estar provocando trastornos musculoesqueléticos. Se enfatiza que siempre que las circunstancias permitan el cambio de postura, este cambio será bienvenido una vez que la adopción de la misma postura por un período prolongado pueda ocasionar problemas de salud. Por tanto, una postura adecuada es la que elige el empleado y que cambia a lo largo del desarrollo de las actividades (Figuerola Vilca, 2019)

El manejo manual de cargas, en particular el levantamiento de pesas debe considerarse un trabajo pesado, incluso si el consumo de energía y la frecuencia del pulso no aumentan significativamente. La carga en la espalda es tan grande que pueden surgir más

complicaciones patológicas. El principal problema del manejo de la carga no es tanto la exigencia de los músculos, sino el desgaste de los discos intervertebrales.

La población trabajadora está frecuentemente expuesta a una carga física, un factor de riesgo importante para las posturas adoptadas en el lugar de trabajo. Una gran mayoría de trabajadores ha mostrado un aumento de las molestias musculo esqueléticas en los últimos años, atribuyéndolas a esfuerzos y posturas relacionados con las características o condiciones laborales (Calsin Tapia, 2018)

La carga de manipulación manual puede presentar un riesgo de espalda lumbar, especialmente en los siguientes casos:

- Cuando la carga es demasiado pesada o demasiado grande;
- Cuando la carga es voluminosa o difícil de agarrar;
- Cuando la carga está en equilibrio inestable y su contenido puede moverse;
- Cuando la carga se coloque de tal manera que deba mantenerse y manipularse a distancia del tronco o con un giro o inclinación del mismo;
- Cuando la carga puede causar lesiones al trabajador por su apariencia o consistencia.

La asunción de posturas no neutrales durante las actividades laborales es la principal causa de lesiones y accidentes en el lugar de trabajo. Las tareas de manipulación manual de materiales (MMM) exponen a los trabajadores a un alto nivel de riesgos ergonómicos, que encuentra una alta correlación con la aparición de trastornos musculo esqueléticos relacionados con el trabajo (TMERT).

Las posturas incómodas se han identificado como factores de riesgo para el sistema musculo esquelético, especialmente en el campo de la construcción. Aunque se han diseñado diferentes pautas para las evaluaciones de riesgo, no siempre han sido definitivas debido a factores como alta variabilidad, repetitividad y baja estandarización de tareas. Las investigaciones de ergonomía, basadas en mediciones de parámetros cinemáticos y dinámicos que se obtienen a través del análisis de movimiento, pueden ser útiles para diseñar la gestión de riesgos en un escenario de fabricación real (Zorrilla Agulló, 2018)

Los trabajadores de la construcción realizan actividades que exigen el levantamiento repetitivo de cargas con diferentes pesos, el transporte de cargas pesadas o estar en una postura difícil de estandarizar. Por ejemplo, al considerar las tareas de MMH como levantar cargas (LL), el dolor lumbar y las articulaciones de las extremidades inferiores son el efecto de las MMM debido a la adopción de patrones posturales incorrectos en este tipo de actividad.

Según las directrices, la reducción de la aparición de riesgos musculo esqueléticos en las tareas de LL pasa por:

- (i) mantener la columna recta,
- (ii) evitar la flexión completa del tronco durante un período prolongado,

(iii) aprovechar las extremidades inferiores durante la fase de levantamiento

(iv) acercar la carga al cuerpo para reducir la distancia entre el centro de la masa del objeto y el centro de la masa del cuerpo humano.

Además, es esencial utilizar un mejor control del movimiento a través de una postura más segura, lo que limita o ayuda a compensar una distribución no neutral de las cargas biomecánicas en la espalda y las extremidades inferiores (Alvis Rodríguez, 2019)

Por lo general, se han adoptado métodos basados en la observación para evaluar la postura de trabajo y el nivel de fatiga. Aunque son fáciles de aplicar a los lugares de trabajo, están sesgados por la subjetividad de los evaluadores. Es necesario realizar esfuerzos de investigación objetivos impulsados por la cuantificación que incluyan instrumentación para el análisis de movimiento.

El monitoreo continuo de un sitio de trabajo podría obtenerse mediante la adopción de sistemas de captura de movimiento portátiles que sean adecuados para el análisis de movimiento en exteriores. Los dispositivos portátiles, como las unidades de medida inercial (IMU), representan la solución tecnológica más adecuada para recopilar medidas fiables de parámetros cinemáticos y realizar análisis de movimiento en un escenario de fabricación real. En clínicas, deportes, actividades de la vida diaria y aplicaciones industriales, la adopción de IMU ha permitido resultados prometedores (Galvis Bautista, 2019)

Como algoritmo de aprendizaje automático supervisado, la máquina de vectores de soporte (SVM) garantiza buenos resultados al clasificar los patrones de movimiento humano. En entornos industriales, se han aplicado SVM para clasificar y reconocer la postura ergonómica de los patrones de movimiento.

En los últimos años, el reconocimiento de actividad se ha basado generalmente en algoritmos de aprendizaje automático que se alimentan con datos de sensores inerciales, sin embargo, proporcionar un reconocimiento confiable de la actividad de los trabajadores requiere una recopilación de datos que no se limite a los segmentos superiores.

### **2.2.1. Papel de los peligros biomecánicos**

El problema general con la evaluación del riesgo de lesión musculoesquelética es que las cargas sobre las estructuras anatómicas y las tolerancias de carga biomecánica individuales de las distribuciones son difíciles de estimar. Los modelos biomecánicos se utilizan para valorar en anatomía.

Se manejan estructuras y pruebas mecánicas de muestras de cadáveres para estimar las capacidades. Los datos epidemiológicos se utilizan para inferir los vínculos mediante la evaluación de la relación entre las características de la tarea y las lesiones posteriores. Se ha prestado considerable atención a la evidencia epidemiológica de asociaciones a varios posibles factores de riesgo (Borja Reyna, 2020)

Los tejidos en riesgo de daño incluyen huesos, músculos, tendones, ligamentos, cartílagos articulares y otros conectivos, nervios y vasos sanguíneos. Los mecanismos de lesión de

tejidos específicos son variados; sin embargo, las lesiones asociadas con las tareas manuales pueden caracterizarse generalmente como agudas o acumulativas.

Las contusiones agudas están asociadas con una exhibición relativamente corta a que exceden la tolerancia del tejido. Las lesiones acumulativas, como sugiere el término, ocurren como consecuencia de una exposición prolongada. En el último caso, se cree que el mecanismo general de lesión es una acumulación de micro daños que excede la capacidad de reparación del tejido.

Las lesiones también pueden ocurrir como una combinación de ambos mecanismos generales en los que un historial de carga acumulada conduce a una tolerancia tisular reducida, que luego es superada por la exposición a corto plazo a un impuesto de intensidad relativamente alta. Se sabe que los factores psicosociales entre ellos el estrés, los conflictos con compañeros o supervisores, la presión del tiempo, la sobrecarga cognitiva y el aburrimiento interactúan con los elementos de riesgo físicos (Borja Reyna, 2020)

### **2.2.2. Daño biomecánico**

Si bien la fractura del hueso puede ocurrir como consecuencia de una sola aplicación de alta carga, una acumulación de micro daños en exceso de la capacidad de reparación del tejido que conduce a la fisura por estrés es más común en situaciones laborales.

El daño óseo asociado con las tareas manuales ocurre más comúnmente como fracturas en las placas terminales vertebrales es consecuencia de la exposición prolongada a esfuerzos repetitivos y enérgicos y posturas incómodas (Galvis Bautista, 2019)

### **2.2.3. Daño biomecánico a los músculos**

Las formas en que los músculos se contraen son relevantes para los mecanismos de daño potencial. Si un músculo se está acortando cuando forma tensión, la contorsión se denomina "concéntrica". Si la longitud de la inserción permanece constante mientras se genera tensión dentro del músculo, la contracción se denomina "isométrica". Si el músculo se alarga mientras genera tensión, la contracción se llama "excéntrica".

La lesión aguda del músculo ocurre a causa de una carga que excede la tolerancia del tejido; esto es particularmente probable durante las contracciones excéntricas, p. ej. cuando se trabaja con la gravedad, como bajar una carga o descender escaleras.

La lesión acumulativa se origina como consecuencia de la exposición prolongada a la activación muscular isométrica, causa cuando se desarrolla tensión dentro de las fibras musculares mientras que el músculo en su conjunto no cambia. Las contracciones musculares isométricas a menudo ocurren en una parte del cuerpo se estabiliza como, por ejemplo, el hombro cuando se trabaja por encima de la cabeza (Calsin Tapia, 2018)

Aunque el mecanismo por el cual ocurren estas contracciones no se comprende por completo, probablemente implica la interrupción de la microcirculación en las fibras musculares de tipo 1 reclutadas preferentemente.

Además, puede producirse una lesión muscular como resultado de la exposición prolongada a movimientos similares repetidos. La fuerza de la fibra muscular depende en gran medida de la longitud de la fibra, en consecuencia, los extremos de la postura de la articulación pueden poner las fibras musculares en mayor riesgo.

Los factores de riesgo asociados con la lesión muscular son la exposición prolongada o repetitiva a un esfuerzo elevado y las posturas estáticas o incómodas (Flores Bazán, 2016)

#### **2.2.4. Daño biomecánico a otros tejidos conectivos**

Los tendones y ligamentos son susceptibles de sufrir lesiones agudas por exposición a cargas elevadas. En comparación con los músculos, tienen menos capacidad de reparación debido a su suministro de sangre relativamente deficiente. La lesión aguda de los ligamentos es probable que a grandes fuerzas cuando una articulación está en el rango final.

El cartílago se repara aún más lentamente y es susceptible a cargas de impacto repetitivas. El daño acumulativo de los tendones parece ocurrir con mayor frecuencia en situaciones en las que los tendones se cargan simultáneamente tanto en tensión (contracción muscular) como en las fuerzas de reacción transversal debido al paso sobre estructuras adyacentes.

Generalmente, estas fuerzas de reacción son mayores a medida que las posturas de las articulaciones se acercan al rango final. Los factores de riesgo asociados con las lesiones de tendones, ligamentos y cartílagos, en particular, la exposición prolongada a los esfuerzos repetitivos en las posturas incómodas.

#### **2.2.5. Daño biomecánico a los nervios**

La presión aplicada a los nervios inhibe la función y origen de cambios microscópicos dependientes de la dosis. Si bien los efectos agudos se revierten rápidamente, la exposición prolongada irreversible, aunque se desconocen los umbrales críticos (Calsin Tapia, 2018)

La compresión nerviosa suele ocurrir cuando los nervios atraviesan otras estructuras, como el túnel carpiano. En tales situaciones, la presión aumenta a medida que la postura de la articulación se acerca al final del rango y con la carga.

#### **2.2.6. Evaluación del riesgo de peligros biomecánicos**

El objetivo final de la gestión de riesgos de labores manuales es garantizar que todas las tareas realizadas en los lugares de trabajo requieran movimientos dinámicos y variados de todas las regiones corporales o con niveles de fuerza de bajos a moderados, posturas cómodas y variadas, sin exposición a vibraciones de cuerpo entero o periféricas, y que se tomen descansos a intervalos apropiados para permitir una recuperación adecuada.

El riesgo de lesiones aumenta por las desviaciones de esta situación óptima, y es más probable que ocurran lesiones cuando hay una exposición significativa a múltiples factores de riesgo. Evaluar y evaluar el peligro asociadas con los peligros biomecánicos se complica por la cantidad de aspectos de la tarea que contribuyen a los riesgos y por las interacciones entre los diferentes factores (Borja Reyna, 2020)

También, el proceso de evaluación de riesgos se complica por la variedad de partes del organismo que consiguen lesionarse y las formas en que pueden producirse. Además de las fuerzas involucradas, el riesgo de lesión en una parte del cuerpo depende de los movimientos y posturas involucradas, la duración de la exposición y vibraciones u otros factores de riesgo ambientales o psicosociales (Galvis Bautista, 2019)

### **2.2.7. Factores de riesgo**

El primer paso para evaluar el riesgo de lesión asociado con los aspectos biomecánicos de un trabajo manual peligrosa en particular es determinar las regiones corporales de interés. Esto puede ser evidente, ya que se ha identificado que la tarea causa lesiones o malestar en una parte o partes del cuerpo en personal.

Alternativamente, la evaluación del riesgo debe considerar de lesión en cada una de las siguientes regiones de forma independiente: miembros inferiores, espalda, cuello / hombro, codo / muñeca / mano. Los factores físicos que influyen en las lesiones por peligros biomecánicos (esfuerzo, movimiento y repetición, postura corporal, exposición y vibración) (Andrade Aguirre, 2019).

Los principales factores de riesgo biomecánicos incluyeron movimientos repetitivos, fuerza excesiva, posturas incómodas, sostenidas y estar sentado y de pie por períodos prolongados. Estos hallazgos validaron el enfoque de las herramientas de evaluación de riesgos mencionadas anteriormente (Gómez Márquez 2015).

Se pueden incorporar investigaciones más recientes con los numerosos estudios que examinan las relaciones causales entre los factores de riesgo biomecánicos de cada área del cuerpo y el tipo de TME se demuestran a continuación (Arias Ortiz, 2017):

**Cuello:** los factores de riesgo incluyen posturas torpes del cuello (tanto repetitivas como sostenidas) y trabajo físico pesado en general, esfuerzos enérgicos y levantamiento frecuente.

**Espalda baja:** los factores de riesgo incluyen trabajo físico pesado, como levantar objetos pesados y esfuerzos enérgicos, estirarse excesivamente, agacharse y estar de pie durante mucho tiempo.

**Extremidad superior:** el trabajo físico pesado, los esfuerzos enérgicos, las posturas incómodas, la repetición y el uso prolongado del mouse de la computadora contribuyen a las lesiones de las extremidades superiores (hombro, brazo, codo, antebrazo, muñeca y mano), como tendinitis, epicondilitis lateral y síndrome del túnel carpiano (STC).

**Hombro:** el trabajo físicamente extenuante, los empujes y tirones pesados y el uso repetitivo de herramientas pueden influir en las lesiones del hombro.

**Codo / antebrazo:** los factores de riesgo incluyen posturas de agarre sostenidas, esfuerzos enérgicos, movimientos repetitivos de brazos y muñecas, uso prolongado del mouse de la computadora y otros trabajos monótonos.

Muñeca / mano: los factores de riesgo incluyen posturas incómodas frecuentes, como flexión y extensión de la parte esfuerzos enérgicos, trabajo físico pesado y uso prolongado del mouse de la computadora.

Miembro inferior: dos elementos de riesgo biomecánicos principales son subir escaleras repetidamente y levantar objetos pesados periódicamente. Otros factores de riesgo de los TME, como la meniscectomía, son estar de rodillas o en cuclillas por períodos prolongados.

La prevalencia y la carga financiera de las lesiones en el lugar de trabajo han cambiado significativamente en las últimas décadas. Los TME son una de las principales causas de días laborales perdidos y están asociados con una gran carga económica.

Los TME están íntimamente relacionados con la biomecánica a través de un modelo cibernético cerrado donde el músculo es el protagonista y lanza acciones sobre las cargas externas en el entorno de trabajo. Los ejercicios pueden ser movimientos repetitivos o levantamiento de cargas pesadas que producen reacciones musculares que afectan los tendones y las articulaciones por medio de cargas bioquímicas internas. Esta carga interna provocará TME a medio o largo plazo si supera el nivel de tolerancia del tejido biológico, provocando malestar o dolor. La respuesta musculo esquelética suele ser directa (Cadena Zurita, 2015).

Los factores de riesgo biomecánico como las posturas articulares, los esfuerzos, el trabajo repetitivo, la postura estática y las vibraciones están sujetos a extensos estudios, y se sabe que los efectos están influenciados por la duración de la exposición, la permanencia de la recuperación y las temperaturas (Cadena Zurita, 2015).

Además, el progreso de TME también está sujeto a variables de confusión como el estilo de vida saludable que comprende, entre otros, los atributos de índice de masa corporal, sexo y ejercicio físico. Si bien existen múltiples factores que complican el desarrollo de los TME, la comprensión de los factores del trabajo físico es crucial para identificar los elementos de riesgo biomecánicos. Los factores de trabajo físico se refieren a la interacción de los trabajadores y el entorno y comprenden postura, fuerza, velocidad / aceleración, repetición, duración, tiempo de recuperación, esfuerzo dinámico intenso y vibración segmentaria (Gómez Márquez, 2015).

La postura incómoda aumenta la demanda física de trabajo al aumentar el requisito de esfuerzo de los grupos de músculos más pequeños mientras disminuye la capacidad de los grupos de músculos más grandes y más fuertes para desempeñarse a su máxima capacidad. Esto altera el flujo sanguíneo y aumenta la tasa de fatiga (Salgado Gracia, 2017).

Las posturas incómodas se caracterizan por alcanzar, girar, agacharse, trabajar por encima de la cabeza, arrodillarse, ponerse en cuclillas y mantener posiciones fijas o agarrar pellizcos de forma repetida o prolongada. Los movimientos repetitivos y los esfuerzos enérgicos agravan los efectos (Salgado Gracia, 2017).

En ciertos casos, están asociadas con el esfuerzo visual, por ejemplo, manipular o ensamblar pequeños componentes que pueden provocar esfuerzo físico y fatiga visual. Los

movimientos repetitivos implican el uso repetido del mismo grupo de músculos, tendones o articulaciones. Los factores que afectan el grado de repetición son el ritmo de trabajo, el tiempo de recuperación de los tendones y la variedad de tareas laborales realizadas (Medina Giraldo, 2019).

El ritmo de trabajo logra ser intervenido por la máquina, por ejemplo, trabajando en la línea de producción, o controlado administrativamente a través de incentivos o evaluación del desempeño. Los TME, particularmente de las manos, muñecas, codos y hombros pueden resultar de trabajos muy repetitivos con esfuerzos de poca potencia. La fuerza es la cantidad de esfuerzo muscular que se requiere para realizar una tarea. Ejercer un impulso excesivo puede provocar fatiga y esfuerzo físico (Medina Giraldo, 2019).

La fuerza está involucrada en levantar, bajar o transportar, empujar o tirar y agarrar. La cantidad ejercida se ve afectada por factores que incluyen los siguientes (Celedón Stotz, 2016):

- Forma, peso, dimensiones y volumen de la carga.
- Tipo de agarre, posición y características de fricción.
- Cantidad de esfuerzo requerido para iniciar y detener la carga al moverla, es decir, qué tan exigente físicamente es acelerar o desacelerar la carga.
- Cantidad de tiempo que los músculos aplican fuerza continua, es decir, la carga u objeto se sostiene, transporta o manipula continuamente.
- Número de veces que se manipula la carga por hora o turno de trabajo.
- Cantidad de vibración asociada.
- Adopción de posturas corporales.
- Resistencia asociada al movimiento de la carga.
- Duración de la tarea durante el turno de trabajo.
- Temperatura ambiental.
- Cantidad de fuerza de rotación, es decir, torque de herramientas o equipos.

### **2.2.8. Estudio biomecánico ergonómico en elevación manual de cargas**

La estimación de riesgos biomecánicos en tareas MMM a través de caracterización de unidades de medición inercial permite diseñar montajes que no sean voluminosos y que estén adecuados para cada actividad laboral.

La integración de un análisis de postura en tiempo real a través de conectores portátiles con algoritmos de aprendizaje automático podría representar una herramienta útil para reducir los TMERT. La confiabilidad y precisión de los dispositivos que se emplean para monitorear a los trabajadores en su propio lugar de empleo, junto con la detección automática de actividades de movimiento, podrían proporcionar una recalificación del entorno laboral (Amir Swith, 2020).

El algoritmo de aprendizaje programado permite un reconocimiento automático de situaciones peligrosas en diversos campos, la rehabilitación y la ergonomía, así como la mejora de la adaptabilidad de las prótesis de miembros inferiores.

Por lo tanto, se pudo identificar inmediatamente el riesgo de levantamiento y caída, aumentando así la seguridad en los lugares de trabajo. Como algoritmo de aprendizaje automático supervisado, la máquina de vectores de soporte (SVM) garantiza buenos resultados al clasificar los patrones de movimiento humano.

En entornos industriales, se han aplicado SVM para clasificar y reconocer la postura ergonómica de los patrones de movimiento. En los últimos años, el reconocimiento de actividad se ha basado generalmente en algoritmos de aprendizaje automático que se alimentan con datos de sensores inerciales.

### **2.2.9. Factores humanos y ergonomía**

Los factores humanos y la ergonomía son la aplicación de principios psicológicos y fisiológicos a la ingeniería y el diseño de productos, procesos y sistemas. El objetivo es aumentar la productividad y mejorar la seguridad y la comodidad con un enfoque específico en la interacción entre el individuo y el objeto de interés (Flores Bazán, 2016)

El campo es una combinación de numerosas disciplinas, como psicología, sociología, ingeniería, biomecánica, diseño industrial, fisiología, antropometría, diseño de interacción, diseño visual, experiencia de interfaz de usuario.

En la investigación, los factores humanos emplean el método científico para estudiar el comportamiento humano de modo que los datos resultantes puedan aplicarse a los cuatro objetivos principales. En esencia, es el estudio del diseño de equipos, dispositivos y procesos que se adapten al cuerpo humano y sus capacidades cognitivas.

Es necesario un diseño ergonómico adecuado para evitar lesiones por esfuerzo repetitivo y otros trastornos musculoesqueléticos, que pueden desarrollarse con el tiempo y provocar una discapacidad a largo plazo. Los factores humanos y la ergonomía tienen que ver con el "ajuste" entre el usuario, el equipo y el medio ambiente o "adaptar un trabajo a una persona" (Alvis Rodríguez, 2019)

Tiene en cuenta las capacidades y limitaciones del beneficiario para asegurarse de que las tareas, las funciones, la información y el entorno se adapten a ese usuario.

Para evaluar la adecuación entre una persona y la tecnología, los especialistas en factores humanos o los ergonomistas consideran el trabajo (actividad) que se está realizando y las demandas del usuario; el equipo utilizado (su tamaño, forma y qué tan apropiado es para la tarea), y la información utilizada (cómo se presenta, accede y cambia).

La ergonomía se basa en muchas disciplinas en su estudio de los seres humanos y sus entornos, incluida la antropometría, biomecánica, ingeniería mecánica, ingeniería industrial, diseño industrial, diseño de información, kinesiólogía, fisiología, psicología cognitiva, psicología industrial y organizacional y psicología espacial (Borja Reyna, 2020)

### **2.2.10. Dominios de especialización**

La ergonomía comprende tres campos principales de investigación: física, cognitiva y organizativa.

Las especializaciones dentro del campo de la ergonomía cognitiva pueden incluir usabilidad, interacción persona-computadora e ingeniería de la experiencia del usuario.

Algunas especializaciones logran trascender estos dominios: La ergonomía ambiental se ocupa de la interacción humana con el medio ambiente, caracterizado por el clima, la temperatura, la presión, la vibración, la luz. El campo emergente de los factores humanos en la seguridad vial utiliza los principios del factor humano para comprender las acciones y capacidades de los usuarios de la carretera (conductores de automóviles y camiones, peatones, ciclistas, etc.) y utilizar este conocimiento para diseñar carreteras y calles para reducir las colisiones de tráfico (Calsin Tapia, 2018)

Todo el tiempo se generan nuevos términos. Por ejemplo, "ingeniero de pruebas de beneficiarios" puede referirse a un profesional de factores humanos que se especializa en ensayos de usuarios. Aunque los nombres cambian, los profesionales de factores humanos aplican una comprensión de los elementos humanos al diseño de equipos, sistemas y métodos de trabajo para mejorar la comodidad, la salud, la seguridad y la productividad.

### **2.2.11. Ergonomía física**

Ergonomía física: la ciencia de diseñar la interacción del usuario con equipos y lugares de trabajo para adaptarse.

La ergonomía física se ocupa de la anatomía humana y de algunas de las características antropométricas, fisiológicas y biomecánicas relacionadas con la actividad física. Los principios se han utilizado ampliamente en el diseño de productos industriales y de consumo para optimizar el rendimiento y prevenir o tratar los trastornos relacionados con el trabajo mediante la reducción de los mecanismos detrás de las lesiones musculoesqueléticas agudas y crónicas inducidos mecánicamente (Figueroa Vilca, 2019)

Los factores de riesgo, las presiones mecánicas localizadas, la fuerza y la postura en un entorno de oficina sedentario, provocan lesiones atribuidas a un ambiente laboral. Es importante para aquellos diagnosticados con dolencias o trastornos fisiológicos como artritis (tanto crónica como temporal) o síndrome del túnel carpiano.

La presión que es insignificante o imperceptible para quienes no se ven afectados por estos trastornos puede ser muy dolorosa o inutilizar un dispositivo para aquellos sí lo están.

Uno de los tipos de lesiones laborales más prevalentes es el trastorno esquelético. Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WRMD) provocan dolor persistente, pérdida de la capacidad funcional y discapacidad laboral, pero su diagnóstico inicial es difícil porque se basan principalmente en quejas de dolencia y otros síntomas (Galvis Bautista, 2019)

Ciertas condiciones de trabajo provocan una mayor tasa de quejas de los trabajadores por tensión excesiva, fatiga localizada, malestar o dolor que no desaparece después de un descanso nocturno. Estos tipos de trabajos son a menudo los que implican actividades como esfuerzos repetitivos y enérgicos; levantamientos frecuentes, pesados o elevados; posiciones incómodas; o uso de equipo vibratorio.

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha encontrado evidencia sustancial de que los programas de ergonomía pueden reducir los costos de compensación de los trabajadores, aumentar la productividad y disminuir la rotación de empleados.

Las soluciones de mitigación pueden incluir medios tanto a corto como a largo plazo. Las soluciones en tiempos involucran entrenamiento de conciencia, posicionamiento del cuerpo, muebles y equipos y ejercicios ergonómicos (Guillén Fonseca, 2016)

Se recomiendan estaciones de soporte para sentarse y accesorios de computadora que brinden superficies suaves para apoyar la palma de la mano, así como teclados divididos. Además, se pueden asignar recursos dentro del departamento humano para proporcionar evaluaciones a los empleados para garantizar que se cumplan los criterios anteriores.

Por lo tanto, es importante recopilar datos para identificar los trabajos o las condiciones que son más problemáticas, utilizando fuentes como registros de lesiones y enfermedades, registros médicos y análisis.

#### **2.2.12. Ergonomía cognitiva**

(Los temas relevantes incluyen la carga de trabajo mental, la toma de decisiones, el desempeño calificado, la confiabilidad humana, el estrés laboral y la capacitación, ya que estos pueden relacionarse con el diseño de interacción humano-sistema y persona-computadora.) Los estudios epidemiológicos muestran una correlación entre el tiempo que uno pasa sedentario y su función cognitiva como disminución del estado de ánimo y depresión (Márquez Gómez, 2015)

#### **2.2.13. Levantar cargas en el trabajo**

La Guía de prácticas de trabajo para elevación manual proporcionada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de EE. UU. (NIOSH, 1981) es aceptada como una valiosa herramienta para el diseño y evaluación del levantamiento manual en ergonomía.

Muchas industrias han encontrado que la Guía de prácticas laborales es muy útil para identificar problemas y reducir lesiones. Además, el método NIOSH ha ganado un reconocimiento considerable en la redacción de normas europeas e internacionales. Por lo tanto, el conocimiento de la base científica, su confiabilidad y exhaustividad es de gran interés y relevancia.

En la Guía de prácticas laborales para el levantamiento (NIOSH, 1981), se proporcionan “recomendaciones para controlar los diversos tipos de peligros asociados con el acto sin ayuda de levantar un objeto de peso y tamaño conocido de forma simétrica (con dos manos)”. Esta directriz presenta, entre otras cosas, información biomecánica sobre el

diseño y la evaluación de las tareas de elevación manual. El enfoque biomecánico se basa en el modelo de evaluación para relacionar el disco lumbosacro con la fuerza de compresión máxima de las muestras.

#### **2.2.14.1 Aspectos epidemiológicos**

Después de NIOSH, (Chaffin Park, 1973) presentaron un estudio industrial en el que las tasas de incidencia observadas para el dolor lumbar estaban relacionadas con las fuerzas de compresión del disco L5 / S1 predichas durante el levantamiento de cargas con las dos manos, realizado por 411 empleados industriales de un equipo electrónico en una empresa de fabricación.

La compresión de disco predicha se clasificó en 4 conjuntos (S250,250-450,450- 650, T 650 kg), las tasas de incidencia correspondientes ascienden a 2,1, 8,5, 9,6 y 18,5 por 200.000 horas-hombre trabajadas. Debido a la gran discrepancia entre la incidencia de los dos grupos de mayor fuerza, un límite de compresión de 650 kg puede interpretarse como apoyado por la relación dolor-fuerza. Este también sería el caso para un límite de 250 kg debido a la considerable diferencia en las clases adyacentes de tasas de incidencia por debajo o por encima de 250 kg. Sin embargo, el valor límite de 350 kg de NIOSH no coincide con un límite de clase, cae en el rango de “250-450 kg”.

#### **2.2.14.2 Operaciones de elevación**

Una operación de elevación es una maniobra relacionada con la elevación y descenso de una carga. Una carga es el artículo o artículos que se levantan y que pueden incluir a una persona o personas. Se puede realizar manualmente o utilizando equipo de elevación. A menudo se hace referencia a levantar, sujetar, depositar, transportar o mover manualmente.

Las operaciones de prominencia en la construcción ocurren en el transporte de material desde el lugar de almacenamiento al lugar donde se procesa y durante el procesamiento de materiales. Una carga incluye cualquier material o personas que se elevan o bajan mediante un equipo de elevación.

El dispositivo de elevación incluye cualquier equipo o maquinaria que se utilice en el trabajo para levantar o bajar cargas o personas, incluidos los accesorios y aditamentos utilizados para anclar, fijar o sostener el equipo. Existe una amplia gama de equipos en la industria de la construcción (Calvache Cárdenas, 2017).

#### **2.2.14.3 Accesorios de elevación**

Accesorios de elevación significa un componente o equipo que no está sujeto a la maquinaria de elevación, que permite sostener la carga, que se coloca entre la máquina y la carga, o que está destinado a constituir una parte integral de la carga y se comercializan de forma independiente; las eslingas y sus componentes también se consideran accesorios de elevación. Estos incluyen, entre otros, cadenas, cuerdas, eslingas, grilletes, cáncamos, vigas de elevación / pista, bastidores de elevación y dispositivos de prominencia por vacío.

La carga incluye material y personas (o cualquier combinación de estos) que sea levantado por el equipo de elevación. Las cargas suelen estar provistas de puntos fijos o adjuntos permanentes o semipermanentes para su elevación. Ejemplos de cargas incluyen:

- materiales sueltos a granel
- sacos, bolsas, paletas y vinazas
- elementos discretos (como un gran bloque de hormigón)
- maquinaria y cualquier argolla de elevación fija
- un contenedor y las orejetas fijadas a su lado.

#### **2.2.14.4 Peligros relacionados a la elevación manual**

Existen varios elementos de riesgo que pueden aumentar la ocurrencia de lesiones por levantamiento manual. Estos factores están relacionados con las diferentes características de la carga, la tarea y organización laboral, el ambiente de trabajo y el trabajador:

La carga, que puede ser:

- Demasiado pesado: no existe un término de peso exacto que sea seguro. Norma ISO 11228-1 Ergonomía - Manipulación manual - Parte 1: Levantar y transportar propone un límite de 25 kg para hombres y 15 kg para mujeres en condiciones ideales.
- No es posible seguir las reglas básicas para levantar y transportar; así, los músculos se cansarán más rápidamente; Además, la forma o el tamaño pueden oscurecer la vista del trabajador, aumentando así el riesgo de resbalones, tropiezos o caídas (Borja Reyna, 2020)
- Los objetos desequilibrados o inestables o si el contenido se puede mover dificulta la sujeción del centro de gravedad de la carga cerca de la mitad del cuerpo; esto conduce a una carga desigual de los músculos y fatiga; Además, las cargas que contienen líquido pueden provocar una distribución desigual y los movimientos bruscos de la carga pueden hacer que el trabajador pierda el equilibrio y se caiga.
- Difícil de agarrar: esto puede provocar que el objeto resbale y provoque un accidente; las cargas con bordes afilados o con materiales peligrosos pueden causar lesiones a los trabajadores. Los guantes suelen dificultar el agarre que con las manos desnudas. Proporcionar los objetos con asas o utilizar ayudas para agarrarlos (por ejemplo, al transportar material de placa) reduce la carga sobre el trabajador.

Además, la manipulación manual de cargas pesadas puede provocar lesiones si la carga golpea repentinamente al trabajador o provoca resbalones o caídas. El manejo de peso más pequeño durante un tiempo prolongado sin descanso puede provocar fatiga. Para una persona cansada, las cargas pueden volverse demasiado pesadas después de horas de manipulación, lo que resulta en movimientos defectuosos y aumentará el riesgo (Flores Bazán, 2019)

### 2.2.14.5 Peligros de usar equipo de elevación

Los peligros: asociados con el uso de equipos de elevación en la construcción son:

- Peligros relacionados con las cargas, p. Ej. aplastamiento debido al impacto de objetos en movimiento que caen de los vehículos porque no están correctamente eslingas o se usaron el tipo incorrecto.

Las posibles causas de estos peligros pueden ser: mal diseño mecánico (roturas en uso, poca potencia, rotura de componentes o mal funcionamiento), mala delimitación del lugar de trabajo, mal funcionamiento del sistema de señalización (manual, automático, electrónico), no utilizar el equipo adecuado para el propósito o uso indebido (no usar según lo diseñado, por ejemplo, la carga era demasiado pesada), cargas insertadas de manera insegura, mantenimiento deficiente (se rompe o emite gases nocivos) entorno desordenado, error humano al operar máquinas (Amir Swith, 2020).

La biomecánica es el estudio de los elementos estructurales del cuerpo humano en relación con cómo funciona el cuerpo y cuánto estrés, aceleración e impacto puede soportar. Definido simplemente, es la aplicación de los principios de la mecánica al material biológico vivo. Hoy en día, la energía total demandada de una persona en el desempeño de una tarea industrial a menudo se ha reducido drásticamente gracias a una mejor ingeniería y tecnología. Sin embargo, se puede crear estrés en pequeños componentes de la anatomía del trabajador. Los ergonomistas utilizan información sobre la anatomía funcional del cuerpo vivo para eliminar, reducir o controlar tales tensiones. Los ergonomistas aplican los principios de la biomecánica a problemas de salud ocupacional, seguridad ocupacional y productividad industrial.

Las sillas u otros equipos mal diseñados pueden obstruir el flujo sanguíneo a los tejidos corporales. Es fundamental que tanto los diseñadores como los evaluadores de herramientas y equipos estén familiarizados con la ubicación de los vasos sanguíneos vulnerables a la compresión. Es de especial importancia el conocimiento de la ubicación de los vasos sanguíneos y otras estructuras anatómicas sensibles a la presión en la mano. Por ejemplo, las herramientas de mano mal diseñadas o sostenidas incorrectamente pueden apretar el nervio cubital de la mano, lo que puede provocar entumecimiento y hormigueo en los dedos.

Las herramientas manuales más sencillas, si se diseñan sin tener en cuenta los principios biomecánicos, pueden afectar negativamente a la salud de los trabajadores, así como a su rendimiento y productividad. Incluso cambios leves en la postura de una extremidad pueden afectar la ventaja mecánica en la que operan los músculos y, por lo tanto, su eficiencia, en un grado considerable. La rotación hacia afuera del antebrazo es un movimiento muy importante en la operación industrial.

La rotación hacia afuera se emplea, por ejemplo, cuando el antebrazo y la mano derechos se utilizan para cerrar válvulas, apretar tornillos y operar tornos. La eficacia del músculo se ve afectada cuando el ángulo entre el antebrazo y la parte superior del brazo es mayor o menor que el óptimo de aproximadamente 90 grados.

# CAPÍTULO 3

## 3. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Modalidad de investigación

El estudio utiliza la modalidad cualitativa para identificar aspectos generales del espacio de bodega en la fábrica, de forma que se logre conocer las condiciones en las que se desempeña el personal de carga, además se consigue caracterizar las posturas y movimientos que realizan los estibadores, de igual manera se evidencia el método de control que usa la empresa de productos plásticos para prevenir lesiones.

Asimismo, la modalidad cuantitativa permite conocer los pesos de cada carga que realizan los estibadores, a más del grado de esfuerzo empleado en la actividad, puesto que los movimientos son repetitivos por lo tanto el nivel de riesgo e impacto físico debe ser expresado en datos numéricos.

### 3.3 Tipo de investigación

La indagación es bibliográfica ya que busca conocer la variedad de modelos ergonómicos hasta llegar al modelo biomecánico, explorando bases científicas de las nuevas tendencias correctivas para reducir el nivel de riesgo ergonómico por movimiento de carga, sin embargo, se necesita comprender de forma sistemática las tecnologías para reemplazar la operatividad manual. A su vez, la investigación descriptiva aporta a la clasificación de actividades con mayor y menor impacto físico, también se relacionan conjunto de procesos prácticos y lógicos de las medidas que lleva el departamento de recursos humanos para la salud ocupacional de los empleados de la fábrica.

### 3.4 Población y muestra

La fábrica cuenta con un grupo de 10 estibadores, cuya actividad consiste en el despacho e ingreso de mercadería, trabajo que realizan de manera diaria en dos turnos de 8 horas, es decir, 5 por turno. En el estudio la población está conformada por los diez mencionados siendo el mismo número la muestra para estudiar.

### 3.6 Instrumentos de investigación

En esta investigación se emplearon diversas herramientas e instrumentos para su desarrollo, entre estas se encontraron:

- Observación directa con la cual se registraron los datos de los trabajadores en el área de despachos.
- Documentación descriptiva donde se incorporan las bases teóricas de la investigación.
- Fichas de evaluación de riesgos laborales.

### 3.6 Recolección de información

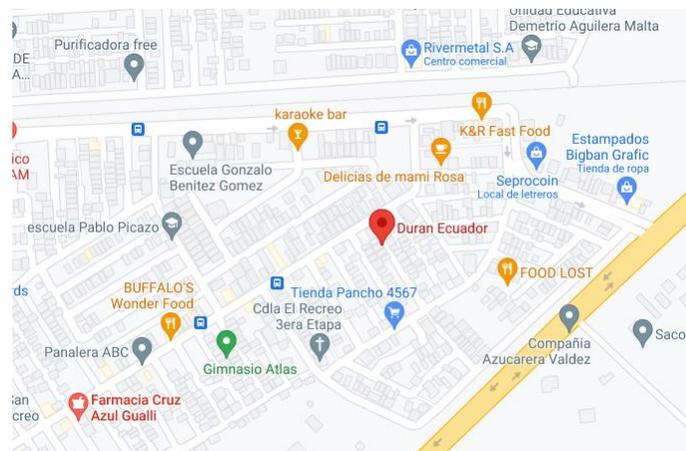
Los datos obtenidos a través de la observación directa son plasmados en un papel físico a manera de borrador con el propósito de trasladar la información al programa de Microsoft Excel donde en una hoja de cálculo desarrollada los respectivos cálculos.

#### 3.6.1. Empresa Objeto de Estudio

La presente investigación tiene lugar en una empresa que fabrica productos plásticos en el cantón Durán. El plástico se convirtió en una parte integral del día a día. Muchos de los cuales se han fabricado de ello. Se ha convertido en parte del mundo debido a su versatilidad y rentabilidad. Si se compara con otras cosas como el metal, el plástico hace que el costo total del producto final sea bastante bajo.

El plástico se logra reformar, pegar, perforar, cortar, congelar, enfriar, torcer, doblar, fundir e incluso reciclar. Consigue soportar muchos rangos de temperatura cuando se prepara en otros productos específicos. Puede estar disponible para los clientes en los colores o especificaciones deseados.

##### 3.6.1.1. Ubicación geográfica



**Figura 3.1** Ubicación geográfica

*Fuente: Google Maps*

##### 3.6.1.2. Descripción del proceso y actividades

El plástico consta de polímeros, que son grandes moléculas orgánicas compuestas por unidades, se producen cuando moléculas llamadas monómeros forman cadenas largas en un proceso llamado polimerización. Por tanto, se pueden pensarse como bloques de construcción de polímeros. El polímero se denomina homopolímero, si se compone de monómeros idénticos repetidos, o copolímero si tiene diferentes tipos de monómeros, son utilizados determinan las propiedades básicas, la estructura y el tamaño de los polímeros.

Algunos monómeros comunes que se utilizan en la producción de plástico son etileno, propileno, cloruro de vinilo y estireno. Estos monómeros se obtienen generalmente del petróleo u otros combustibles fósiles, y actualmente aproximadamente del 4 al 6% de la producción mundial de petróleo se explota para generar plásticos. Además de los combustibles fósiles, también se puede utilizar biomasa, como aceites vegetales, para producir bioplásticos; su participación es todavía muy pequeña, pero está creciendo lentamente. Sin embargo, el aceite proporciona los componentes básicos de un polímero y, por lo tanto, las propiedades del producto final no se ven influenciadas por la materia prima que se utiliza.

Cuando se producen plásticos, se utilizan diversos productos químicos tan disolventes, iniciadores y catalizadores del proceso de fabricación. Los catalizadores ayudan a la polimerización y solo se agregan en pequeñas cantidades. Los catalizadores se basan habitualmente en metales, tales como zinc, estaño, magnesio, titanio o aluminio, e incluyen, por ejemplo, peróxidos.

Posteriormente, los aditivos se mezclan con el polímero para ayudar a sus procesos de fabricación o para modificar las propiedades del producto final. La producción de plástico depende bastante de los aditivos, ya que son ingredientes esenciales para generar o mejorar en gran medida muchas de las propiedades vitales de los plásticos. Su importancia también se ve en la diversidad de aditivos: hay varios miles de aditivos que se utilizan en la industria.

Aquellos, por ejemplo, mejorar la flexibilidad o durabilidad del polímero o hacerlo más resistente a la degradación y quemado por rayos UV. También se utilizan para agregar color al producto terminado. Asimismo, pueden incluir cargas, como tiza, talco y arcilla, que se agregan para reducir costos o para alterar, la conductividad del plástico.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS**

#### **4.1. Procesamiento de datos y análisis**

Luego de obtener la información mediante la observación y las encuestas, se procesará, analizará y evaluará en base a la Norma ISO TR 12295 e ISO 11228-1.

##### **NORMA ISO TR 12295**

La NORMA ISO TR 12295 es una normativa internacional que se encarga de la identificación de peligros, así como de evaluar de manera rápida los riesgos ergonómicos biomecánicos.

Esta evaluación se la realiza a través de la observación y con preguntas claves, para identificar de forma objetiva las condiciones de trabajo, y una aproximación a la magnitud de los peligros potenciales.

##### **NORMA ISO 11228-1**

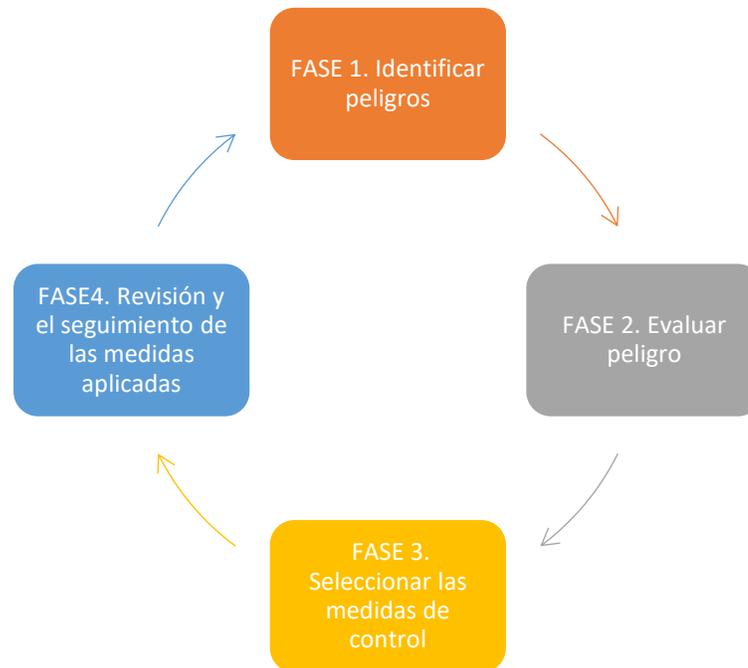
La NORMA ISO 11228-1 es una normativa internacional encargada de establecer los estándares relacionados al área de ergonomía. El objetivo principal es proteger al trabajador mediante criterios de análisis y prevención de riesgos laborales. La evaluación está relacionada al levantamiento y transporte manual de cargas.

Dentro de los lineamientos de la normativa, se determinan los pesos límites recomendados para la manipulación de cargas, considerando la intensidad, frecuencia y duración de la tarea.

#### **4.2. Evaluación de Riesgos.**

La expresión valoración de riesgos es un vocablo que puede estar vinculado a diferentes semánticas y a diferentes espacios geográficos.

Otros, sin embargo, se refieren a los recursos de este proceso por separado y utilizan el concepto "evaluación del riesgo" para referirse a la segunda etapa del periodo, la evaluación del riesgo.



**Figura 4.2** Ciclo de gestión del riesgo

**Fuente:** Elaboración propia

En este sentido, además es fundamental diferenciar entre los términos "evaluación de puestos de trabajo" y "de riesgos"; 2 conceptos bastante usados en prevención, que por la naturaleza de esta tesis es adecuado explicitar.

La "evaluación de los sitios de trabajo" se basa en examinar sistemáticamente el trabajo en todos sus puntos, para detectar las situaciones u ocupaciones que tienen la posibilidad de ocasionar efectos no deseados, como accidentes o patologías.

La evaluación de los puestos de trabajo da un enfoque extenso centrado primordialmente en la introducción de mejoras en el trabajo, que encierra todos los puntos, como el ámbito físico y químico, la ergonomía, la estabilidad, la carga de la mente y los componentes organizativos.

Sin embargo, la "evaluación de peligros" se ocupa especialmente de la cuantificación y evaluación de los peligros. En otros términos, si consideramos el periodo de administración de peligros, una vez determinados los riesgos del sitio de trabajo por medio de la valoración inicial de los mismos (Fase 1), el siguiente punto es utilizar un procedimiento para cuantificar y, por consiguiente, priorizar las intervenciones en los puestos de trabajo en los cuales se han reconocido dichos riesgos. Este paso corresponde a la evaluación de peligros del espacio de dirección (Fase 2).

## **Prioridades**

Algunas cuestiones que tienen la posibilidad de ser útiles para entablar prioridades son:

- ¿Cuál es la gravedad de los peligros asociados al problema?
- ¿A cuántos trabajadores perjudica el riesgo identificado?
- ¿Cuál es la dificultad de las soluciones?

Por "componentes de peligro ergonómico" se entiende ese conjunto de atributos (características) de la labor o del puesto de trabajo, más o menos definidos, que influyen en incrementar la posibilidad de que un trabajador desarrolle una lesión en el trabajo. Aun cuando este criterio es aplicable a la ergonomía en su grupo, esta tesis se concentra primordialmente en esos componentes de peligro que permanecen asociados al desarrollo de TME, como el de la espalda.

Las ocupaciones que hacen los trabajadores, en especial las extremidades mejores, y la manipulación manual de cargas bastante pesadas, o en ocasiones livianas, sin embargo, a lo largo de largos trayectos, ocasionan varios trastornos musculares y óseos en el sector del almacén.

Indicado esto, se especifica precisamente la necesidad de un sistema eficaz de vigilancia de la salud a causa de los Servicios médicos de la Organización. No obstante, aunque pocos trabajadores se "atreven" a comunicar sus trastornos musculo esqueléticos, ciertos empresarios ignoran tales avisos, les obligan a continuar haciendo un trabajo y les privan inclusive de asistir a un doctor privado o al IESS para que sus dolencias sean tratadas correctamente.

Además, es fundamental señalar, de acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo en su recomendación N.º 171, previene que la manipulación repetida de cargas desmesuradas puede provocar graves trastornos musculo esqueléticos como el dolor de espalda crónico, lumbar.

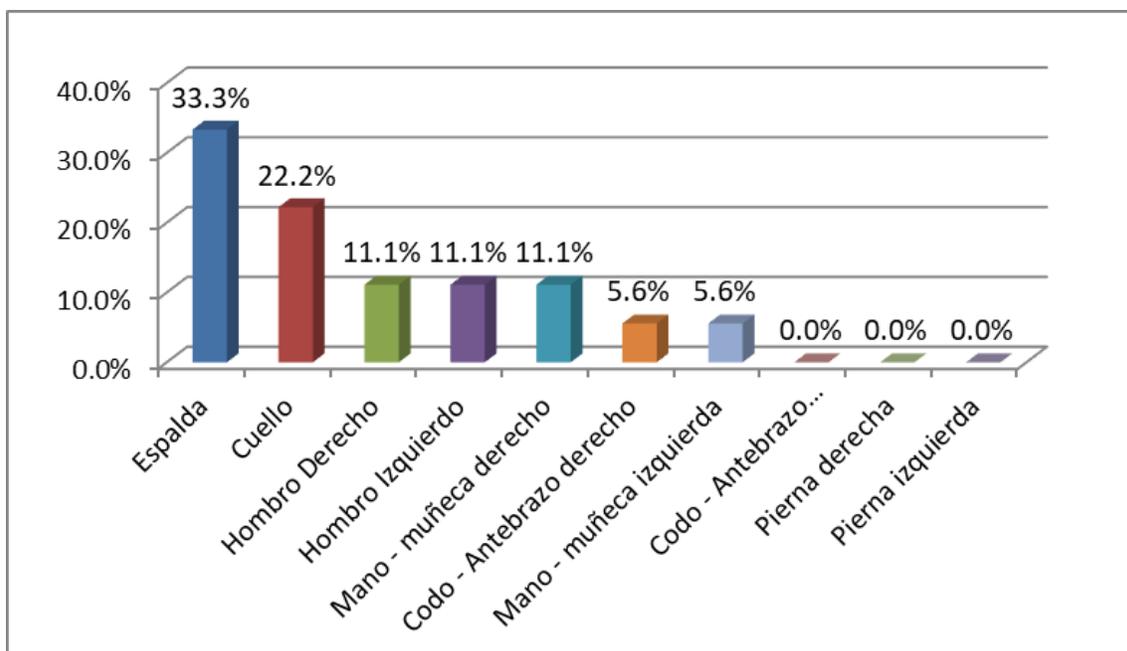
### **Aplicación del cuestionario nórdico en las actividades de estibaje**

Se realizó la encuesta tipo cuestionario nórdico a 7 personas que desarrollan la actividad de estibaje, de las 7 personas encuestadas 6 presentan algún tipo de molestia o afectación en una o varias partes del cuerpo según se muestra en las tablas y gráficos siguientes.

**Tabla 1** Resultados del cuestionario nórdico**RESULTADOS DEL CUESTIONARIO NORDICO**

<b>PARTES DEL CUERPO</b>	<b>NÚMERO DE AFECTACIONES POR COLABORADOR</b>	<b>% INCIDENCIA POR PARTE DEL CUERPO</b>
Espalda	6	33.3%
Cuello	4	22.2%
Hombro Derecho	2	11.1%
Hombro Izquierdo	2	11.1%
Mano - muñeca derecho	2	11.1%
Codo - Antebrazo derecho	1	5.6%
Mano - muñeca izquierda	1	5.6%
Codo - Antebrazo izquierdo	0	0.0%
Pierna derecha	0	0.0%
Pierna izquierda	0	0.0%

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 4.3** Resultados cuestionario nórdico

Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** – Según los datos obtenidos en nuestra encuesta cuestionario nórdico, se puede evidenciar que la parte del cuerpo más afectada es la espalda con un 33.3%, seguido del cuello con un 22.2%, los hombros y muñeca derecha obtuvieron 11.1% cada uno y el codo derecho y muñeca izquierda obtuvieron 5.6% cada parte.

**Tabla 2** Tabulación pregunta 5 cuestionario nórdico

5) En los últimos tres meses, ¿ha tenido molestias? Señale (SI) (NO), en cada uno de los casilleros de acuerdo a los sectores corporales mencionados.

Cuello		Hombro derecho		Hombro izquierdo		Espalda		Codo - Antebrazo derecho		Codo - Antebrazo izquierdo		Mano - Muñeca derecha		Mano - Muñeca izquierda		Pierna Derecha		Pierna Izquierda	
SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
1			1		1		1		1		1		1	1			1		1
	1		1	1			1		1		1		1		1		1		1
1		1			1	1		1			1	1			1		1		1
1		1			1	1			1		1	1			1		1		1
1			1		1	1			1		1		1		1		1		1
4	3	2	5	2	5	6	1	1	6	0	7	2	5	1	6	0	7	0	7

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3** Resultados pregunta 5 cuestionario nórdico

PARTE DEL CUERPO AFECTADA	SI	NO
Cuello	4	3
Hombro derecho	2	5
Hombro izquierdo	2	5
Espalda	6	1
Codo - Antebrazo derecho	1	6
Codo - Antebrazo izquierdo	0	7
Mano - Muñeca derecha	2	5
Mano - Muñeca izquierda	1	6
Pierna Derecha	0	7
Pierna Izquierda	0	7

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.4** Resultados pregunta 5 cuestionario nórdico

Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** – Según los datos obtenidos en la pregunta 5 encuesta cuestionario nórdico, se puede evidenciar que en los 3 últimos meses los encuestados reportan dolencias en el cuello (4 repeticiones) hombro derecho (2 repeticiones) hombro izquierdo (2 repeticiones) Espalda (6 repeticiones) codo-antebrazo derecho (1 repetición) para el codo-antebrazo izquierdo no hubo personas afectadas, mano-muñeca derecha (2 repeticiones) mano-muñeca izquierda (1 repetición) y para las piernas derecha e izquierda no hubo afectaciones.

**Tabla 4** Tabulación pregunta 6 cuestionario nórdico

6) ¿Desde hace cuánto tiempo ha presentado molestias? Señale desde hace cuanto que presenta molestias, para cada segmento corporal afectado.

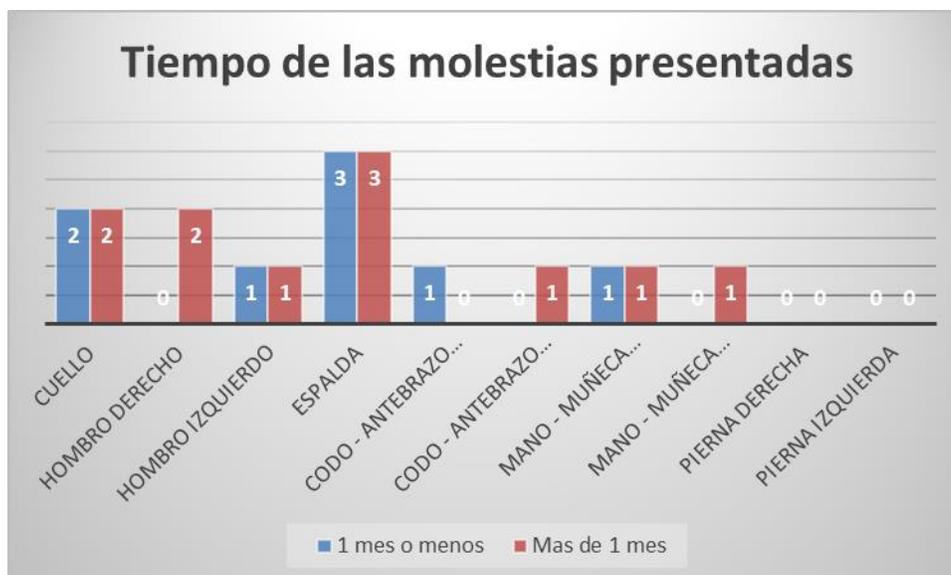
Cuello		Hombro derecho		Hombro izquierdo		Espalda		Codo - Antebrazo derecho		Codo - Antebrazo izquierdo		Mano - Muñeca derecha		Mano - Muñeca izquierda		Pierna Derecha		Pierna Izquierda	
1 mes o menos	Mas de 1 mes	1 mes o menos	Mas de 1 mes	1 mes o menos	Mas de 1 mes	1 mes o menos	Mas de 1 mes	1 mes o menos	Mas de 1 mes	1 mes o menos	Mas de 1 mes	1 mes o menos	Mas de 1 mes	1 mes o menos	Mas de 1 mes	1 mes o menos	Mas de 1 mes	1 mes o menos	Mas de 1 mes
1						1													
					1		1	1			1				1				
				1		1													
	1		1				1						1						
	1		1				1					1							
1						1													
2	2	0	2	1	1	3	3	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5** Resultados pregunta 6 cuestionario nórdico

PARTE DEL CUERPO AFECTADA	1 mes o menos	Mas de 1 mes
Cuello	2	2
Hombro derecho	0	2
Hombro izquierdo	1	1
Espalda	3	3
Codo - Antebrazo derecho	1	0
Codo - Antebrazo izquierdo	0	1
Mano - Muñeca derecha	1	1
Mano - Muñeca izquierda	0	1
Pierna Derecha	0	0
Pierna Izquierda	0	0

Fuente: Elaboración propia



**Figura 4.5** Resultados pregunta 6 cuestionario nórdico

**Fuente:** Elaboración propia

**Análisis.** – Según los datos obtenidos en la pregunta 6 encuesta cuestionario nórdico, se puede evidenciar que para el cuello 2 personas respondieron que el tiempo que duraron las molestias fue menor a 1 mes y 2 personas que el tiempo de molestias fue de más de 1 mes, para el hombro derecho 2 personas respondieron que las molestias duraron más de 1 mes, para el hombro izquierdo 1 persona tuvo molestias menos de 1 mes y 1 persona más de 1 mes, para la espalda 3 personas tuvieron molestias menos de 1 mes y 3 personas por más de 1 mes, para el codo-antebrazo derecho 1 persona tuvo molestias menos de 1 mes, para el codo-antebrazo izquierdo 1 persona tuvo las molestias por más de 1 mes, para la mano-muñeca derecha 1 persona presentó molestias menos de 1 mes y 1 persona más de 1 mes, para la mano-muñeca izquierda 1 persona presentó molestias por más de 1 mes, para las piernas derecha e izquierda no se presentaron molestias.

**Tabla 6** Tabulación pregunta 7 cuestionario nórdico

7) ¿Ha necesitado cambiar de puesto de trabajo a causa de molestias en...?

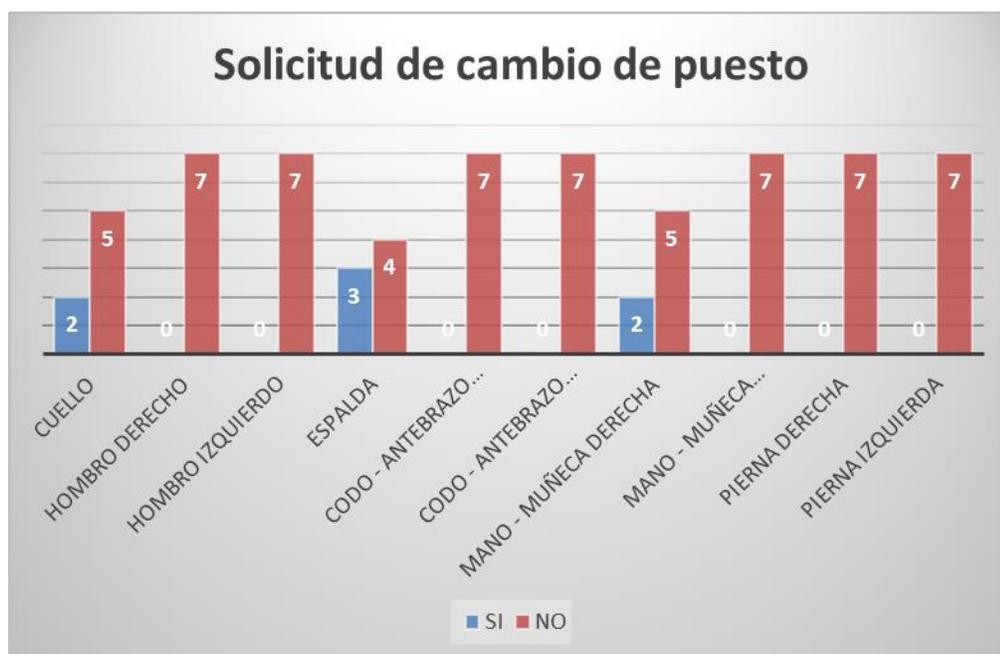
Cuello		Hombro derecho		Hombro izquierdo		Espalda		Codo - Antebrazo derecho		Codo - Antebrazo izquierdo		Mano - Muñeca derecha		Mano - Muñeca izquierda		Pierna Derecha		Pierna Izquierda	
SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	1		1		1	1			1		1		1		1		1		1
1			1		1		1		1		1		1		1		1		1
	1		1		1	1			1		1	1			1		1		1
1			1		1		1		1		1	1			1		1		1
	1		1		1	1			1		1		1		1		1		1
	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
2	5	0	7	0	7	3	4	0	7	0	7	2	5	0	7	0	7	0	7

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 7** Resultados pregunta 7 cuestionario nórdico

PARTE DEL CUERPO AFECTADA	SI	NO
Cuello	2	5
Hombro derecho	0	7
Hombro izquierdo	0	7
Espalda	3	4
Codo - Antebrazo derecho	0	7
Codo - Antebrazo izquierdo	0	7
Mano - Muñeca derecha	2	5
Mano - Muñeca izquierda	0	7
Pierna Derecha	0	7
Pierna Izquierda	0	7

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.6** Resultados pregunta 7 cuestionario nórdico

Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** – Según los datos obtenidos en nuestra encuesta cuestionario nórdico pregunta 7, se puede evidenciar que 2 personas pidieron cambio de puesto por presentar problemas en el cuello, 3 personas solicitaron cambio de puesto por problemas en espalda y 2 personas solicitaron cambio de puesto por presentar problemas en la mano-muñeca derecha.

**Tabla 8** Tabulación pregunta 8 cuestionario nórdico

8) ¿Cuánto tiempo han durado sus molestias en los últimos 3 meses? Señale la duración de sus molestias para cada segmento corporal afectado.

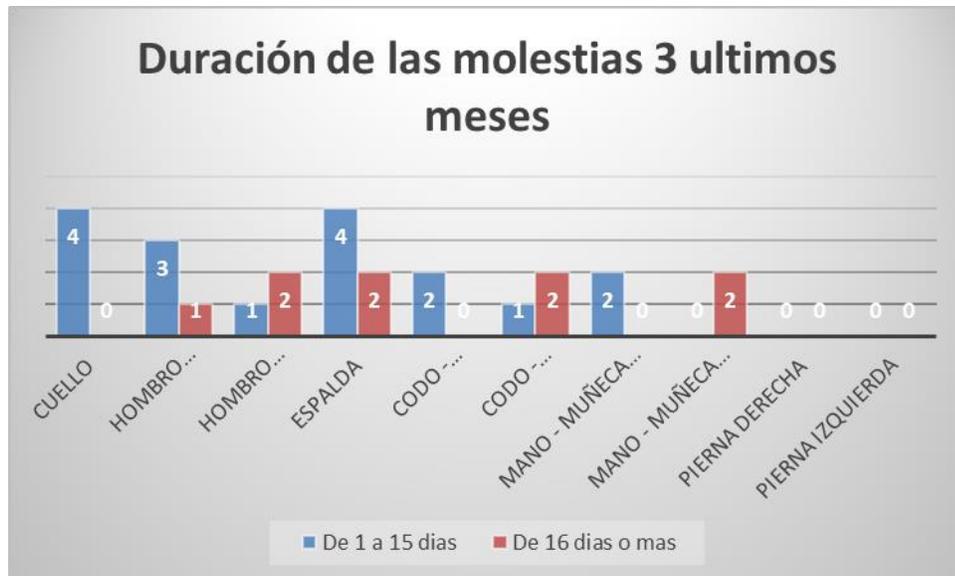
Cuello		Hombro derecho		Hombro izquierdo		Espalda		Codo - Antebrazo derecho		Codo - Antebrazo izquierdo		Mano - Muñeca derecha		Mano - Muñeca izquierda		Pierna Derecha		Pierna Izquierda	
De 1 a 15 días	De 16 días o mas	De 1 a 15 días	De 16 días o mas	De 1 a 15 días	De 16 días o mas	De 1 a 15 días	De 16 días o mas	De 1 a 15 días	De 16 días o mas	De 1 a 15 días	De 16 días o mas	De 1 a 15 días	De 16 días o mas	De 1 a 15 días	De 16 días o mas	De 1 a 15 días	De 16 días o mas	De 1 a 15 días	De 16 días o mas
						1													
1		1			1		1	1			1	1			1				
				1		1													
1		1			1	1	1	1			1	1			1				
1		1				1				1									
1			1																
4	0	3	1	1	2	4	2	2	0	1	2	2	0	0	2	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9** Resultados pregunta 8 cuestionario nórdico

PARTE DEL CUERPO AFECTADA	De 1 a 15 días	De 16 días o mas
	<b>Cuello</b>	4
<b>Hombro derecho</b>	3	1
<b>Hombro izquierdo</b>	1	2
<b>Espalda</b>	4	2
<b>Codo - Antebrazo derecho</b>	2	0
<b>Codo - Antebrazo izquierdo</b>	1	2
<b>Mano - Muñeca derecha</b>	2	0
<b>Mano - Muñeca izquierda</b>	0	2
<b>Pierna Derecha</b>	0	0
<b>Pierna Izquierda</b>	0	0

Fuente: Elaboración propia



**Figura 4.7** Resultados pregunta 8 cuestionario nórdico

**Fuente:** Elaboración propia

**Análisis.** – Según los datos obtenidos en nuestra encuesta cuestionario nórdico pregunta 8, se evidencia que 4 personas presentaron una duración de las molestias en el cuello de 1 a 15 días, 3 personas presentaron duración de 1 a 15 días en el hombro derecho, 1 persona presentó duración de las molestias de 1 a 15 días y 2 personas de 16 días o más, en la espalda 4 personas presentaron una duración de 1 a 15 días, en codo-antebrazo derecho 2 personas presentaron molestias de 1 a 15 días, en el codo-antebrazo izquierdo 1 persona presentó una duración en las molestias de 1 a 15 días y 2 personas una duración de 16 días o más, en la mano-muñeca derecha 2 personas presentaron molestias con una duración de 1 a 15 días y para la mano-muñeca derecha 2 personas presentaron molestias de 16 días o más.

**Tabla 10** Tabulación pregunta 9 cuestionario nórdico

9) ¿Cuánto dura cada episodio de dolor? Señale la duración de sus crisis de dolor.  
 Califique del 1 al 5 según su crisis de dolor ( 1 menor a 1 hora , 2 de 1 a 24 horas, 3 de 1 a 7 días, 4 de 1 a 4 semanas , 5 mayor a 1 mes

Cuello	Hombro derecho	Hombro izquierdo	Espalda	Codo - Antebrazo derecho	Codo - Antebrazo izquierdo	Mano - Muñeca derecha	Mano - Muñeca izquierda	Pierna Derecha	Pierna Izquierda
			1						
2	1	3	3		3	1	3		
		1	1						
		1	1						
1	1		1			1			
2			2						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11** Resultados pregunta 9 cuestionario nórdico

PARTE DEL CUERPO AFECTADA	<1 hora	1 a 24 horas	1 a 7 días	1 a 4 semanas	> 1 mes
Cuello	1	2			
Hombro derecho	2				
Hombro izquierdo	2		1		
Espalda	4	1	1		
Codo - Antebrazo derecho					
Codo - Antebrazo izquierdo			1		
Mano - Muñeca derecha	2				
Mano - Muñeca izquierda			1		
Pierna Derecha					
Pierna Izquierda					

Fuente: Elaboración propia



**Figura 4.8** Resultados pregunta 9 cuestionario nórdico

**Fuente:** Elaboración propia

**Análisis.** – Según los datos obtenidos en nuestra encuesta cuestionario nórdico pregunta 9, 1 persona presentó dolor en el cuello con duración menor a 1 hora, 2 personas presentaron una duración menor a 1 hora en el hombro derecho, 2 personas presentaron una duración de dolor en el hombro izquierdo menor a 1 hora y 1 persona presentó una duración de 1 a 7 días, en el codo-antebrazo izquierdo 1 persona presentó dolor con una duración de 1 a 7 días, en la mano-muñeca derecha 2 personas presentaron una duración de dolor menor a 1 hora, y en la mano-muñeca izquierda 1 persona presentó dolor con una duración de 1 a 7 días.

**Tabla 12** Tabulación pregunta 10 cuestionario nórdico

10) ¿Cuánto tiempo estas molestias le han impedido hacer su trabajo en los últimos 3 meses? Señale la duración de su incapacidad laboral. 1 para 0 días, 2 de 1 a 7 días, 3 de 1 a 4 semanas, 4 mayor a 1 mes

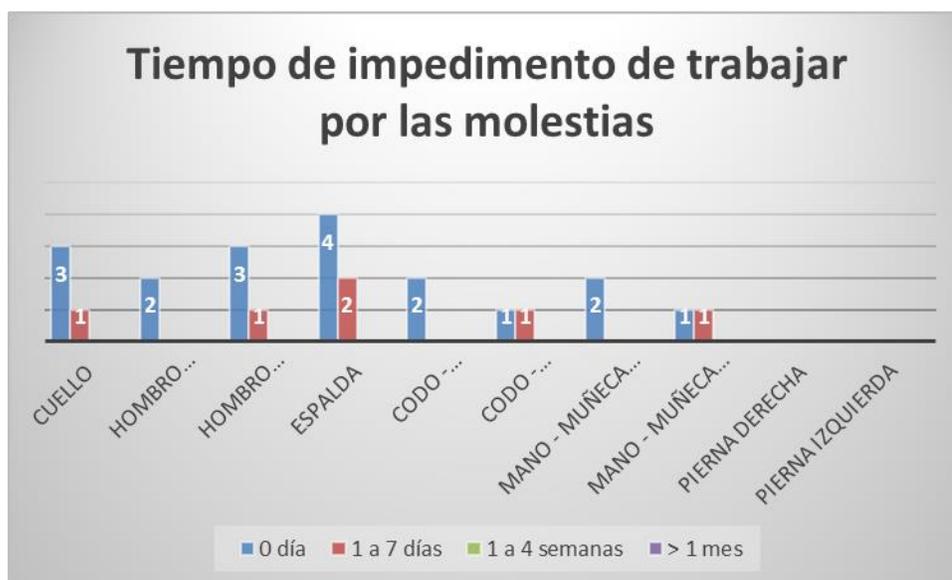
Cuello	Hombro derecho	Hombro izquierdo	Espalda	Codo - Antebrazo derecho	Codo - Antebrazo izquierdo	Mano - Muñeca derecha	Mano - Muñeca izquierda	Pierna Derecha	Pierna Izquierda
			1						
	1	2	2	1	2	1	2		
1		1	1						
1		1	1						
2			2						
1	1	1	1	1	1	1	1		

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 13** Resultados pregunta 10 cuestionario nórdico

PARTE DEL CUERPO AFECTADA	0 día	1 a 7 días	1 a 4 semanas	> 1 mes
Cuello	3	1		
Hombro derecho	2			
Hombro izquierdo	3	1		
Espalda	4	2		
Codo - Antebrazo derecho	2			
Codo - Antebrazo izquierdo	1	1		
Mano - Muñeca derecha	2			
Mano - Muñeca izquierda	1	1		
Pierna Derecha				
Pierna Izquierda				

Fuente: Elaboración propia



**Figura 4.9** Resultados pregunta 10 cuestionario nórdico

Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** – Según los datos obtenidos en nuestra encuesta cuestionario nórdico pregunta 9, 1 persona presentó dolor en el cuello con duración menor a 1 hora, 2 personas presentaron una duración menor a 1 hora en el hombro derecho, 2 personas presentaron una duración de dolor en el hombro izquierdo menor a 1 hora y 1 persona presentó una

duración de 1 a 7 días, en el codo-antebrazo izquierdo 1 persona presento dolor con una duración de 1 a 7 días, en la mano-muñeca derecha 2 personas presentaron una duración de dolor menor a 1 hora, y en la mano-muñeca izquierda 1 persona presento dolor con una duración de 1 a 7 días.

**Tabla 14** Tabulación pregunta 11 cuestionario nórdico

11) ¿Ha recibido tratamiento por estas molestias en los últimos 3 meses?

Cuello		Hombro derecho		Hombro izquierdo		Espalda		Codo - Antebrazo		Codo - Antebrazo		Mano - Muñeca		Mano - Muñeca		Pierna Derecha		Pierna Izquierda	
SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
							1												
	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1
					1		1												
							1												
							1												
1							1												
1	1	0	1	0	3	2	4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15** Resultados pregunta 11 cuestionario nórdico

PARTE DEL CUERPO AFECTADA	SI	NO
Cuello	1	1
Hombro derecho	0	1
Hombro izquierdo	0	3
Espalda	2	4
Codo - Antebrazo derecho	0	1
Codo - Antebrazo izquierdo	0	1
Mano - Muñeca derecha	0	1
Mano - Muñeca izquierda	0	1
Pierna Derecha	0	1
Pierna Izquierda	0	1

Fuente: Elaboración propia



**Figura 4.10** Resultados pregunta 11 cuestionario nórdico

**Fuente:** Elaboración propia

**Análisis.** – Según los datos obtenidos en nuestra encuesta cuestionario nórdico pregunta 11, se puede evidenciar que 1 persona recibió tratamiento por molestias en el cuello, 2 personas recibieron tratamiento por molestias en la espalda.

**Tabla 16** Tabulación pregunta 12 cuestionario nórdico

12) ¿Ha tenido molestias en los últimos 7 días?

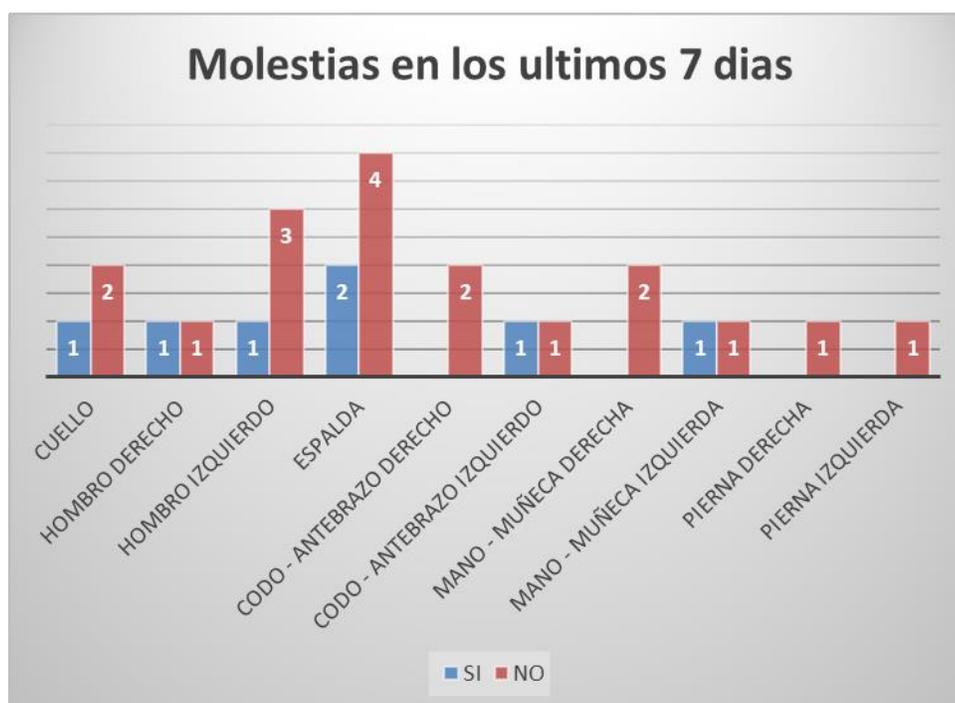
Cuello		Hombro derecho		Hombro izquierdo		Espalda		Codo - Antebrazo		Codo - Antebrazo		Mano - Muñeca		Mano - Muñeca		Pierna Derecha		Pierna Izquierda	
SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
							1												
1		1		1		1		1	1			1	1						
					1		1												
					1		1												
	1		1		1	1		1		1		1		1		1		1	1
	1						1												
1	2	1	1	1	3	2	4	0	2	1	1	0	2	1	1	0	1	0	1

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 17** Resultados pregunta 12 cuestionario nórdico

PARTE DEL CUERPO AFECTADA	SI	NO
Cuello	1	2
Hombro derecho	1	1
Hombro izquierdo	1	3
Espalda	2	4
Codo - Antebrazo derecho		2
Codo - Antebrazo izquierdo	1	1
Mano - Muñeca derecha		2
Mano - Muñeca izquierda	1	1
Pierna Derecha		1
Pierna Izquierda		1

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.11** Resultados pregunta 12 cuestionario nórdico

Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** – Según los datos obtenidos en nuestra encuesta cuestionario nórdico pregunta 12, 1 persona presentó problemas en el cuello en los últimos 7 días, 1 persona en el hombro derecho, 1 persona en el hombro izquierdo, 2 personas en la espalda, 1 persona en el codo-antebrazo izquierdo y 1 persona en la mano-muñeca izquierda.

**Tabla 18** Tabulación pregunta 13 cuestionario nórdico

13) Califique la intensidad de sus molestias de los últimos 7 días

1 = leves molestias..... 2= molestias muy fuertes

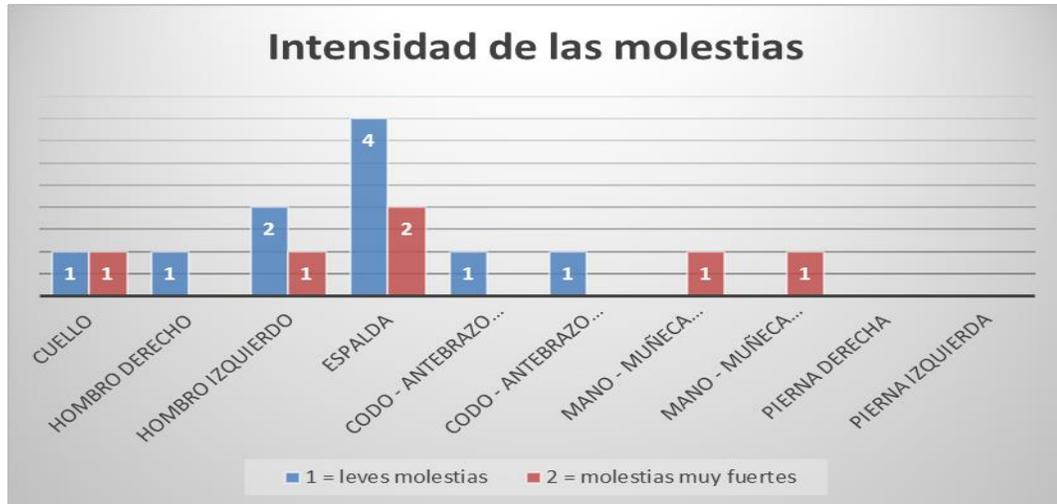
Cuello	Hombro derecho	Hombro izquierdo	Espalda	Codo - Antebrazo derecho	Codo - Antebrazo izquierdo	Mano - Muñeca derecha	Mano - Muñeca izquierda	Pierna Derecha	Pierna Izquierda
			1						
2	1	2	2	1	1	2	2		
		1	1						
		1	1						
			2						
1			1						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19** Resultados pregunta 13 cuestionario nórdico

PARTE DEL CUERPO AFECTADA	1 = leves molestias	2 = molestias muy fuertes
<b>Cuello</b>	1	1
<b>Hombro derecho</b>	1	
<b>Hombro izquierdo</b>	2	1
<b>Espalda</b>	4	2
<b>Codo - Antebrazo derecho</b>	1	
<b>Codo - Antebrazo izquierdo</b>	1	
<b>Mano - Muñeca</b>		1
<b>Mano - Muñeca izquierda</b>		1
<b>Pierna Derecha</b>		
<b>Pierna Izquierda</b>		

Fuente: Elaboración propia



**Figura 4.12** Resultados pregunta 13 cuestionario nórdico

**Fuente:** Elaboración propia

**Análisis.** – Según los datos obtenidos en nuestra encuesta cuestionario nórdico pregunta 13, 1 persona presentó leves molestias en el cuello y 1 persona presentó molestias muy fuertes, 1 persona presentó molestias leves en el hombro derecho, 2 personas presentaron leves molestias en el hombro izquierdo y 1 persona presentó molestias muy fuertes, en la espalda 4 personas presentaron leves molestias y 2 personas molestias muy fuertes, en el codo-antebrazo derecho 1 persona presentó leves molestias y 1 persona presentó en el codo-antebrazo izquierdo leves molestias.

### **Inspección visual en campo para detectar las causas de las molestias percibidas en las encuestas del cuestionario nórdico.**

Se realizó una inspección en los sitios de estibaje de tuberías y accesorios, se tomaron fotografías y videos de las actividades.

En la inspección realizada se evidenció malas posturas, movimientos repetitivos y arrastre o empuje de cargas.

Los productos que estaban siendo estibados al momento de la inspección son los siguientes:

- Codo 50 mm x 90
- Codo ½ pulgada x 90 Roscable
- Tubo PVC desagüe 110 mm x 3 m
- Tubo PVC roscable ½ pulgadas x 6 m

**Tabla 20** Inspección estibaje accesorios 50mm x 90

<b>EVALUACIÓN AL ESTIBAJE DE ACCESORIOS CODO 50mm X 90</b>	
	
<b>Cantidad de cajas estibadas 50 mm x 90</b>	240
<b>Peso de cada caja</b>	7.5 Kg
<b>Número de repeticiones por minuto</b>	24
<b>Personas expuestas</b>	2
<b>Duración total de carga del camión</b>	90 minutos
<b>Peso total estibado x 2</b>	3600 Kg
<b>Número de camiones estibado en turno 8 horas</b>	2
<p>Se evidencia malas posturas adoptadas al realizar las maniobras de estiba , existe giros repetitivos de cadera e inclinaciones en todo el ejercicio de inspección realizado</p>	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 21 Inspección estibaje accesorios ½ Pulg x 90 Roscable**

EVALUACIÓN AL ESTIBAJE DE ACCESORIOS CODO 1/2 Pulg x 90 ROSCABLE	
	
<b>Cantidad de cajas estibadas codo 1/2 Pulg x 90 Roscable</b>	350
<b>Peso de cada caja</b>	6 Kg
<b>Número de repeticiones por minuto</b>	12
<b>Personas expuestas</b>	2
<b>Duración total de carga del camión</b>	90 minutos
<b>Peso total estibado x 2</b>	4200 Kg
<b>Número de camiones estibado en turno 8 horas</b>	2
<p>Se evidencia malas posturas adoptadas al realizar las maniobras de estiba , existe giros repetitivos de cadera e inclinaciones en todo el ejercicio de inspección realizado.</p>	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 22** Inspección estibaje tubería 110 mm desagüe

EVALUACIÓN AL ESTIBAJE DE TUBERÍA DESAGUE 110 mm x 3m	
	
<b>Cantidad de paquetes estibados 110 mm Desagüe x 3m</b>	196
<b>Peso de cada paquete</b>	18.5 Kg
<b>Número de repeticiones por minuto</b>	8
<b>Personas expuestas por camión</b>	1
<b>Duración total de carga del camión</b>	120 minutos
<b>Peso total estibado</b>	3626 Kg
<b>Número de camiones estibado en turno 8 horas</b>	2
<p>Se evidencia malas posturas adoptadas al realizar las maniobras de estiba , existe giros repetitivos de cadera e inclinaciones en todo el ejercicio de inspección realizado</p>	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 23 Inspección estibaje tubería 1/2 Pulg roscable**

<b>EVALUACIÓN AL ESTIBAJE DE TUBERÍA 1/2 Roscable x 6m</b>	
	
<b>Cantidad de paquetes estibados 1/2 Pulg Roscable x 6m</b>	150
<b>Peso de cada paquete</b>	45.6 Kg
<b>Número de repeticiones por minuto</b>	1
<b>Personas expuestas por camión</b>	1
<b>Duración total de carga del camión</b>	120 minutos
<b>Peso total estibado</b>	6975 Kg
<b>Número de camiones estibado en turno 8 horas</b>	2
<p>Se evidencia malas posturas adoptadas al realizar las maniobras de estiba , existe giros repetitivos de cadera e inclinaciones en todo el ejercicio de inspección realizado</p>	

**Fuente:** Elaboración propia

## Evaluación rápida con programa ERGO\_epm

**B CLAVES DE ACCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS RIESGOS POR SOBRECARGA BIOMECÁNICA****B1 Sobrecarga Biomecánica de las extremidades superiores en tareas repetitivas****¿HAY PRESENCIA DE TAREAS REPETITIVAS?**

El término no es sinónimo de presencia de riesgo. La evaluación rápida es necesaria sólo cuando la tarea es repetitiva y/o está definida por ciclos, independientemente de su duración; o cuando la tarea se caracteriza por la realización de gestos que se repiten por más del 50% del tiempo.

SI	SI	Ayuda
NO		

Si la respuesta es "SI", completar la hoja: MOV.REPETITIVO

**B2 Sobrecarga Biomecánica por levantamiento manual de cargas****¿HAY PRESENCIA DE OBJETOS DE PESO SUPERIOR O IGUAL A 3 Kg QUE DEBAN SER LEVANTADOS MANUALMENTE?**

Si el peso es inferior, no hay peligro presente.

SI	SI	Ayuda
NO		

Si la respuesta es "SI", completar la hoja MAN.CARGA

**B3 Sobrecarga Biomecánica por transporte manual de cargas****¿HAY PRESENCIA DE OBJETOS CON UN PESO SUPERIOR A 3 Kg QUE DEBAN SER TRANSPORTADOS MANUALMENTE?**

SI	SI	Ayuda
NO		

Si la respuesta es "SI", completar la hoja MAN.CARGA

**B4 Sobrecarga Biomecánica por empuje y tracción de cargas****¿SE REALIZAN TAREAS QUE REQUIEREN EL EMPUJE Y TRACCIÓN MANUAL DE CARGAS?**

SI	SI
NO	

Si la respuesta es "SI", completar la hoja MAN.CARGA

**B5 Sobrecarga Biomecánica por posturas forzadas de la columna y de las extremidades inferiores**

Ayuda

**POSTURA DE PIE Y/O DE RODILLAS: EL TRONCO**

	(presente?)	%
ESPALDA RECTA		
FLEXIÓN MODERADA DEL TRONCO	X	70%
TORSIÓN DEL TRONCO		
FLEXIÓN IMPORTANTE DEL TRONCO (CASI COMPLETA)	X	30%

**POSTURA SENTADO: EL TRONCO**

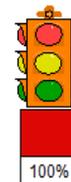
		%
TRABAJA CON LA ESPALDA APOYADA		
TRABAJA ERGIDO PERO NO TIENE RESPALDO		
TRABAJA PRINCIPALMENTE INCLINADO HACIA ADELANTE		
FRECUENTE TORSIÓN DEL TRONCO		

**LAS PIERNAS EN POSICIÓN SENTADO**

		%
EL ESPACIO PARA LAS PIERNAS ES SUFICIENTE		
EL ESPACIO PARA LAS PIERNAS ES REDUCIDO O MUY ESCASO		
EL ESPACIO PARA LAS PIERNAS ES INEXISTENTE		

**LAS PIERNAS EN POSICIÓN ARRODILLADO/DE CUCLILLAS O USO DE PEDALES**

		%
PIERNAS FLEXIONADAS O DE CUCLILLAS		
USO DE ARTICULACIÓN INFERIOR POR ACCIONAMIENTO DE PEDALES (Tiempo superpuesto al otro %; no entra en el conteo del 100%)		
NOTAS		



Indique únicamente las posturas presentes en la tarea, la suma de los porcentajes de tiempo del tronco de pie, sentado y de las piernas deben sumar 100%

<b>C CLAVES DE ACCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN LA ILUMINACIÓN INTERIOR</b>		
ILUMINACIÓN GENERAL: VALORACIÓN EN FUNCIÓN DE LA EXIGENCIA VISUAL REQUERIDA PARA EL PUESTO DE TRABAJO <small>ipraenah2</small>		
SUFICIENTE		<b>X</b>
ESCASA:	EN ALGUNAS HORAS DEL DÍA	
	TODO EL DÍA	
EXCESIVA:	EN ALGUNAS HORAS DEL DÍA	
	TODO EL DÍA	
ILUMINACIÓN ARTIFICIAL: SERVIRÍA PERO NO HAY		
ILUMINACIÓN LOCALIZADA: VALORACIÓN EN FUNCIÓN DE LA EXIGENCIA VISUAL REQUERIDA PARA EL PUESTO DE TRABAJO		
SUFICIENTE		<b>X</b>
ESCASA:	EN ALGUNAS HORAS DEL DÍA	
	TODO EL DÍA	
EXCESIVA:	EN ALGUNAS HORAS DEL DÍA	
	TODO EL DÍA	
ILUMINACIÓN ARTIFICIAL: SERVIRÍA PERO NO HAY		
TIPOLOGÍA DE LA SUPERFICIE: VALORACIÓN EN FUNCIÓN DE LA EXIGENCIA VISUAL REQUERIDA PARA EL PUESTO DE TRABAJO		
SUPERFICIE DEL PLANO DE TRABAJO:	OPACO	
	BRILLANTE Y REFLECTANTE	
SUPERFICIE DE LOS OBJETOS A TRABAJAR:	OPACO	
	BRILLANTE Y REFLECTANTE	
NOTAS:		



Puede marcar varias "X" en cada caso

---

<b>D CLAVES DE ACCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE TRABAJOS QUE SE REALIZAN AL AIRE LIBRE-RADIACIÓN UV</b>		
TRABAJO AL AIRE LIBRE, PERO DE VEZ EN CUANDO <small>ipraenah2</small>		
TRABAJO AL AIRE LIBRE UNA PARTE IMPORTANTE DEL AÑO (1/3)		
TRABAJO AL AIRE LIBRE MÁS DE LA MITAD DEL AÑO (2/3)		
TRABAJO AL AIRE LIBRE CASI TODO EL AÑO (3/3)		<b>X</b>
NOTAS		



Marque una sólo "X"

---

<b>E CLAVES DE ACCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS RELACIONADOS CON LA PRESENCIA DE RUIDO</b>		
La tarea consiste en la comunicación verbal con sus compañeros u otras personas (por motivos laborales) <small>ipraenah2</small>		
EL RUIDO NO PRODUCE MOLESTIAS		<b>X</b>
ES UN POCO MOLESTO, PERO SE PUEDE HABLAR CON LOS COMPAÑEROS		
ES MOLESTO, ES DIFÍCIL HABLAR CON LOS COMPAÑEROS		
MUY ALTO, NO SE PUEDE HABLAR CON LOS COMPAÑEROS		
La tarea no requiere de la comunicación verbal con sus compañeros u otras personas (por motivos laborales)		
EL RUIDO NO PRODUCE MOLESTIAS		<b>X</b>
ES UN POCO MOLESTO, PERO SE PUEDE HABLAR CON LOS COMPAÑEROS		
ES MOLESTO, ES DIFÍCIL HABLAR CON LOS COMPAÑEROS		
MUY ALTO, NO SE PUEDE HABLAR CON LOS COMPAÑEROS		
NOTAS:		



Marque una sólo "X"

---

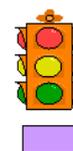
<b>F CLAVES DE ACCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL MICROCLIMA</b>		
Trabajos principalmente en espacios de interior <small>ipraenah2</small>		
CLIMA MODERADAMENTE BUENO TODO EL AÑO		
HACE CALOR:	SÓLO EN EL VERANO	<b>X</b>
	TODO EL AÑO	
HACE FRÍO:	SÓLO EN EL INVIERNO	
	TODO EL AÑO	
Trabaja principalmente al aire libre con exposición a condiciones climáticas externas		
SÓLO EN LAS ESTACIONES DE CALOR		
SÓLO EN LAS ESTACIONES DE FRÍO		
TODO EL AÑO		<b>X</b>
NOTAS		



Puede marcar varias "X"

**G CLAVES DE ACCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS RELACIONADOS CON HERRAMIENTAS/ EQUIPOS**

	¿Presente?
ADECUADAS Y EN BUENAS CONDICIONES DE MANTENIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/>
PESADAS	<input type="checkbox"/>
RUIDOSAS	<input type="checkbox"/>
REQUIEREN EL USO DE FUERZA	<input type="checkbox"/>
NO FUNCIONAN BIEN	<input type="checkbox"/>
VOLUMINOSAS Y / O DIFÍCILES DE MANIPULAR	<input type="checkbox"/>
NO APROPIADA PARA EL USO ESPECÍFICO Y TECNOLOGÍA OBSOLETA	<input type="checkbox"/>
SE CALIENTAN FÁCILMENTE	<input type="checkbox"/>
REQUIERE EXCESIVA ATENCIÓN	<input type="checkbox"/>
PUEDE CAUSAR LESIONES (CORTES, ABRASIONES, LA FRICCIÓN SOBRE LA PIEL, QUEMADURAS...)	<input type="checkbox"/>
USO DE PARTES DEL CUERPO COMO HERRAMIENTA CAUSANDO LESIONES (CALLOSIDAD, ENROJECIMIENTO, CORTES, ETC)	<input checked="" type="checkbox"/>
OTRO : Especificar	<input type="checkbox"/>
NOTAS	



Puede marcar varias "X"

**H CLAVES DE ACCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES**

La tarea implica el uso de herramientas manuales que vibran

	¿Presente?
USO OCASIONAL	<input type="checkbox"/>
POR LO MENOS 1/3 DEL TIEMPO ATORNILLANDO	<input type="checkbox"/>
POR LO MENOS 1/3 DEL TIEMPO EN LA FRESA/ PULIDORA/TORNO, ETC	<input type="checkbox"/>
POR LO MENOS 1/3 DEL TIEMPO CON EL MARTILLO NEUMÁTICO	<input type="checkbox"/>

La tarea requiere la conducción de vehículos

	¿Presente?
CONDUCCIÓN OCASIONAL	<input type="checkbox"/>
CONDUCCIÓN DURANTE BUENA PARTE DEL TIEMPO: COCHE, MOTO, FURGONETA, ETC.	<input type="checkbox"/>
CONDUCCIÓN DURANTE BUENA PARTE DEL TIEMPO: CAMION, AUTOBUSES	<input type="checkbox"/>
CONDUCCIÓN DURANTE BUENA PARTE DEL TIEMPO: TRACTOR, MAQUINARIA AGRÍCOLA, EXCAVADORAS	<input type="checkbox"/>
NOTAS	



Marque una sola "X" en cada apartado si sucede en el puesto de trabajo

**M CLAVES DE ACCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ORGANIZATIVOS**

		¿Presente?
TRABAJO A TURNOS	UN SÓLO TURNO AL DÍA	<input checked="" type="checkbox"/>
	MÁS DE UN TURNO AL DÍA	<input type="checkbox"/>
	SÓLO TURNO NOCTURNO	<input type="checkbox"/>
	MÁS TURNOS, INCLUIDO EL NOCTURNO	<input type="checkbox"/>
RITMO DE TRABAJO	LIBRE	<input checked="" type="checkbox"/>
	IMPUESTO POR LA MÁQUINA U OTROS FACTORES (especificar):	<input type="checkbox"/>
DURACIÓN DE LA JORNADA	MENOS DE 8 HORAS EN EL TURNO	<input checked="" type="checkbox"/>
	MÁS DE 8 HORAS EN EL TURNO	<input type="checkbox"/>
NOTAS		



Puede marcar varias "X"

**HOJA 2: EVALUACIÓN RÁPIDA de las tareas repetitivas**

PRESENCIA DE TAREAS REPETITIVAS: El término no es sinónimo de la presencia de riesgo. La evaluación rápida es necesaria sólo cuando la tarea es repetitiva y cuando está definida por ciclos, independientemente de su duración, o cuando la tarea se caracteriza por la ejecución de gestos de trabajo similares que se repiten iguales por más del 50% del tiempo.	SI	SI	Ayuda
	NO		

Si la respuesta es "SI", completar la siguiente parte:

**RESUMEN DE LA DURACIÓN MEDIA NETA DEL TRABAJO REPETITIVO EN JORNADA REPRESENTATIVA**

Duración media bruta del turno (en minutos)	480	Duración media neta del turno (en minutos)	320
---	-----	--	-----

**DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO NO REPETITIVO, DURACIÓN Y LOS TIEMPOS DE PAUSAS** Ayuda

Suministro de material	30
Limpieza	30
Otro:	50
duración total media (en minutos) de las pausas por turno de trabajo incluyendo la hora del almuerzo si está pagada	50

Indique los minutos de cada tarea presente

Duración total por turno de trabajo no repetitivo (en minutos)	110
--	-----

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS PAUSAS: número, duración, distribución, predeterminadas o libres.

<b>EVALUACIÓN RÁPIDA - ZONA VERDE</b>			
Para detectar la presencia de condiciones de trabajo repetitivo aceptable (zona verde): si todas las condiciones de trabajo indican que se produce, el Resultado es "verde". Nota: marque con una "x", cuando la situación se produce (la columna de "SI"), cuando eso no ocurre (la columna de "No")			
¿Las extremidades superiores están activas por más del 40% del tiempo (Se considera como tiempo de inactividad de la extremidad superior cuando el trabajador camina con las manos vacías, o lee, o hace control visual, o espera que la máquina concluya el trabajo, etc)?	NO		SI X
¿Uno o ambos brazos trabajan con el codo casi a la altura del hombro por más del 10% del tiempo de trabajo repetitivo?	NO		SI X
¿La fuerza necesaria para realizar el trabajo es moderada (más que ligera, pero no fuerte) superando el 25% del tiempo de trabajo repetitivo y/o también están presentes los picos de fuerza de corta duración?	NO		SI X
¿En el turno de 6 horas o más hay como mucho una pausa para comer y menos de 2 pausas de 8-10 minutos, o en el turno parcial de 4 ó 5 horas no hay ninguna pausa?	NO	X	SI
Si todas las respuestas son "NO" entonces la tarea está en la ZONA VERDE Si una o más respuestas son "SI" el trabajo repetitivo puede ser un riesgo y será necesario llevar a cabo una evaluación mas detallada.			



<b>EVALUACIÓN RÁPIDA- ZONA CRÍTICA (ROJA)</b>			
Si está presente sólo una de esas condiciones, el riesgo debe ser considerado y será necesario tan pronto como sea posible rediseñar el puesto de trabajo mediante una evaluación en profundidad.			
¿Las acciones técnicas de una extremidad son tan rápidas que no es posible contarlas (más de una acción por segundo)?	NO	X	SI
¿Un brazo o ambos trabajan con el codo casi a la altura del hombro por casi la mitad o más del tiempo?	NO	X	SI
¿Se realizan picos de fuerza (Fuerza "intensa o más") durante más del 5% o más del tiempo?	NO	X	SI
En un turno de más de 6 horas ¿existe una sólo pausa?	NO	X	SI
¿El tiempo de trabajo repetitivo es superior de 8 horas en el turno?	NO	X	SI
Si alguna de las respuestas es "SI", la tarea seguramente está en situación de riesgo y se debe evaluar con mas detalle. Si todas las respuestas son "NO", no es posible discriminar el nivel de riesgo de forma rápida y por lo tanto, es necesario realizar una evaluación específica			



VALORACIÓN PREVIA	<b>Evaluación necesaria</b>
PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN	<b>A corto plazo</b>

**HOJA 3: EVALUACIÓN RÁPIDA de la manipulación manual de cargas**

**B2 SOBRECARGA POR LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS**

PRESENCIA DE OBJETOS DE PESO MAYOR O IGUAL A 3 KG A LEVANTAR MANUALMENTE (si es inferior no es necesario continuar con el análisis)	SI	SI
	NO	0
<b>ASPECTOS ADICIONALES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA</b>		
LAS CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE DE TRABAJO NO SON APTAS PARA EL LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE MANUAL PORQUE PRESENTA LAS SIGUIENTES CONDICIONES		
Presencia de altas temperaturas	SI	NO X
Pavimento resbaladizo o desigual	SI	NO X
Uso de escaleras	SI	NO X
Espacio de trabajo y de tránsito muy estrecho	SI	NO X
LAS CARACTERÍSTICAS DEL OBJETO MANIPULADO EN EL LEVANTAMIENTO O TRANSPORTE NO SON APTAS PARA EL LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE MANUAL PORQUE PRESENTA LAS SIGUIENTES CONDICIONES		
La forma y tamaño del objeto reduce la visibilidad del operador durante su manipulación	SI	NO X
el centro de gravedad del objeto es inestable y fluctúa durante la manipulación (líquidos, polvos, etc)	SI	NO X
El objeto manipulado presenta bordes afilados y/o margenes y/o salientes puntiagudos y/o un objeto que pueda causar lesiones	SI	NO X
La superficie de contacto del objeto es demasiado fría	SI	NO X
La superficie de contacto del objeto es demasiado caliente	SI	NO X



<b>EVALUACIÓN RÁPIDA- ZONA CRÍTICA (ROJA)</b>			
PRESENCIA DE SITUACIONES DE RIESGO ELEVADO O "CÓDIGO CRÍTICO" PARA EL LEVANTAMIENTO MANUAL: Si fuese sólo una de esas condiciones, el riesgo se considera alto y es necesario volver a diseñar la tarea tan pronto como sea posible			
¿La distancia vertical es superior a 175cm o está por debajo del nivel del suelo?	SI		
¿La distancia horizontal es superior a 63cm fuera del alcance máximo?	SI		
¿El ángulo de asimetría es superior a 135º?	SI		
FRECUENCIA DE LEVANTAMIENTO (Número de piezas por minuto (v/min).)	Igual o mayor a 15 v/min en DURACIÓN CORTA (MAX 60 MINUTOS)	SI	X
	Igual o mayor a 12 v/min en DURACIÓN MODERADA (MAX 120 MINUTOS)	SI	
	Igual o mayor a 8 v/min en DURACIÓN LARGA (MÁS DE 120 MIN.)	SI	
Presencia de condiciones de levantamiento y/o transporte de carga superior al límite indicado			
Hombres (18-45 años)	25 KG	SI	X
Mujeres (18-45 años)	20 KG	SI	
Hombres (<18 o >45 años)	20 KG	SI	
Mujeres (<18 o >45 años)	15 KG	SI	

<b>EVALUACIÓN RÁPIDA - ZONA VERDE</b>			
Para garantizar la presencia de condiciones aceptables (área verde)			
Si no hay condiciones en la zona crítica y todas las siguientes condiciones no están presentes y las respuestas son "no" (realizando el levantamiento con las dos manos), el riesgo por levantamiento manual de cargas es ausente.			
Nota: marque con una "X" para cada categoría de peso, cuando la situación se produce en la columna de "SI" y cuando no se produzca en la columna de "NO"			
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y FRECUENCIA DE ALGUNOS PESOS LEVANTADOS			

<b>Peso 11,1 - 15 kg</b>	¿Trabaja con las manos por encima de la cabeza?	SI		NO	X
	¿Está presente la torsión del tronco?	SI	X	NO	
	¿La carga se mantiene lejos del cuerpo?	SI		NO	X
	¿El desplazamiento de la carga va desde debajo de las caderas hasta la altura de los hombros?	SI		NO	X
	¿Sucede de vez en cuando pero varias veces al día?	SI	X	NO	
	¿Sucede una o más veces a la hora?	SI	X	NO	
	¿Sucede una o más veces al minuto?	SI		NO	X
<b>Peso 15,1 - 25 kg</b>	¿Trabaja con las manos por encima de la cabeza?	SI		NO	X
	¿Está presente la torsión del tronco?	SI	X	NO	
	¿La carga se mantiene lejos del cuerpo?	SI		NO	X
	¿El desplazamiento de la carga va desde debajo de las caderas hasta la altura de los hombros?	SI		NO	X
	¿Sucede de vez en cuando pero varias veces al día?	SI		NO	X
	¿Sucede una o más veces a la hora?	SI	X	NO	
	¿Sucede una o más veces al minuto?	SI		NO	X

<b>Peso 3 - 5 kg</b>	¿Trabaja con las manos por encima de la cabeza?	SI		NO	X
	¿Está presente la torsión del tronco?	SI	X	NO	
	¿La carga se mantiene lejos del cuerpo?	SI		NO	X
	¿El desplazamiento de la carga va desde debajo de las caderas hasta la altura de los hombros?	SI		NO	X
	¿Realiza más de 5 levantamientos al minuto?	SI	X	NO	
<b>Peso 5,1 - 11 kg</b>	¿Trabaja con las manos por encima de la cabeza?	SI		NO	X
	¿Está presente la torsión del tronco?	SI	X	NO	
	¿La carga se mantiene lejos del cuerpo?	SI		NO	X
	¿El desplazamiento de la carga va desde debajo de las caderas hasta la altura de los hombros?	SI		NO	X
	¿Realiza más de un levantamiento por minuto?	SI	X	NO	
<b>Peso sup.a 11 kg</b>	¿Se levantan pesos superiores a 11 kg?	SI	X	NO	

**B3** SOBRECARGA BIOMECÁNICA DE TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS

PRESENCIA DE OBJETOS DE PESO SUPERIOR A 3 Kg A TRANSPORTAR MANUALMENTE (si es inferior y/o transportado menos de dos pasos, no es necesario continuar el análisis)	SI	SI
	NO	

EVALUACIÓN RÁPIDA- ZONA CRÍTICA (ROJA) PARA EL TRANSPORTE DE CARGAS presencia de peso acumulativo transportado (suma de todo el peso transportado en el turno) manualmente superior a lo indicado				
Nº DE OBJETOS TRANSPORTADOS EN UN TURNO SUPERIOR A 3 KG (introduzca sólo el número de objetos)	PESO DEL OBJETO TRANSPORTADO	MASA ACUMULADA	DISTANCIA DE TRANSPORTE (metros)	MASA ACUMULADA TOLERADA PARA 8 HORAS MÁXIMO DE TRABAJO (suma de todos los pesos transportados en el turno)
590	6.5	3835	3	
		0		
		0		
		0		
MASA ACUMULADA TOTAL		3835	3	10000

Complete esta tabla con los datos solicitados en cada columna

## Página de resumen de la valoración previa de la manipulación manual de cargas

<b>B2</b> Sobrecarga biomecánica por LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS	VALORACIÓN PREVIA	Condición crítica a rediseñar
	PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN	Intervención Urgente
<b>B3</b> Sobrecarga biomecánica por TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS	VALORACIÓN PREVIA	Se necesita una evaluación específica
	PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN	Se debe tener en observación
<b>B4</b> Sobrecarga biomecánica por EMPUJE Y TRACCIÓN MANUAL DE CARGAS	VALORACIÓN PREVIA	No es necesario evaluar
	PRIORIDAD DE INTERVENCIÓN	-

<b>B</b>	<b>PRIORIDAD SURGIDA PARA RIESGO DE SOBRECARGA MECÁNICA</b>		
<b>B1</b>	<b>SOBRECARGA BIOMECÁNICA DE LAS ARTICULACIONES SUPERIORES POR TAREAS REPETITIVAS</b>		
	TAREA NO REPETITIVA <input type="checkbox"/>	TAREA REPETITIVA <input checked="" type="checkbox"/>	<b>SI</b>
	PRESENCIA DE CONDICIONES CRÍTICAS		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>B2</b>	<b>SOBRECARGA BIOMECÁNICA POR LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS</b>		
	NO LEVANTAMIENTO <input type="checkbox"/>	PRESENCIA DE LEVANTAMIENTO <input checked="" type="checkbox"/>	<b>SI</b>
	PRESENCIA DE CONDICIONES CRÍTICAS		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>B3</b>	<b>SOBRECARGA BIOMECÁNICA POR TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS</b>		
	NO TRANSPORTE <input type="checkbox"/>	PRESENCIA DE TRANSPORTE <input checked="" type="checkbox"/>	<b>SI</b>
	PRESENCIA DE CONDICIONES CRÍTICAS		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>B4</b>	<b>SOBRECARGA BIOMECÁNICA POR EMPUJE Y TRACCIÓN MANUAL DE CARGAS</b>		
	NO EMPUJE Y TRACCIÓN <input type="checkbox"/>	PRESENCIA DE EMP. Y TRAC. <input checked="" type="checkbox"/>	<b>SI</b>
<b>B5</b>	<b>SOBRECARGA BIOMECÁNICA POR MALAS POSTURAS DE LA COLUMNA Y MIEMBROS INFERIORES</b>		
<b>C</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>		
<b>D</b>	<b>PROBLEMÁTICA DE TRABAJO EN EL EXTERIOR - RADIACIONES UV</b>		
<b>E</b>	<b>RUIDO</b>		
<b>F</b>	<b>PROBLEMA MICROCLIMÁTICO</b>		
<b>G</b>	<b>PROBLEMAS DE HERRAMIENTAS EN USO</b>		
<b>H</b>	<b>PROBLEMAS DE EXPOSICIÓN A VIBRACIONES</b>		
<b>I</b>	<b>PROBLEMAS DE MAQUINARIA EN USO</b>		
<b>L</b>	<b>PROBLEMAS DE CONTAMINANTES</b>		
	CUÁLES:		
<b>M</b>	<b>PROBLEMAS ORGANIZATIVOS</b>		

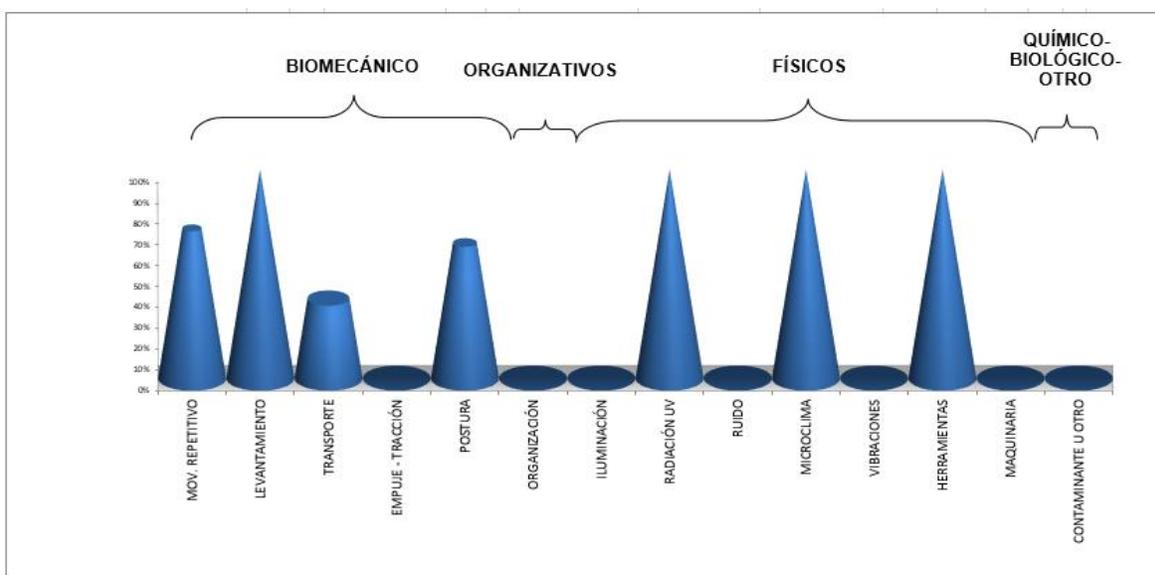


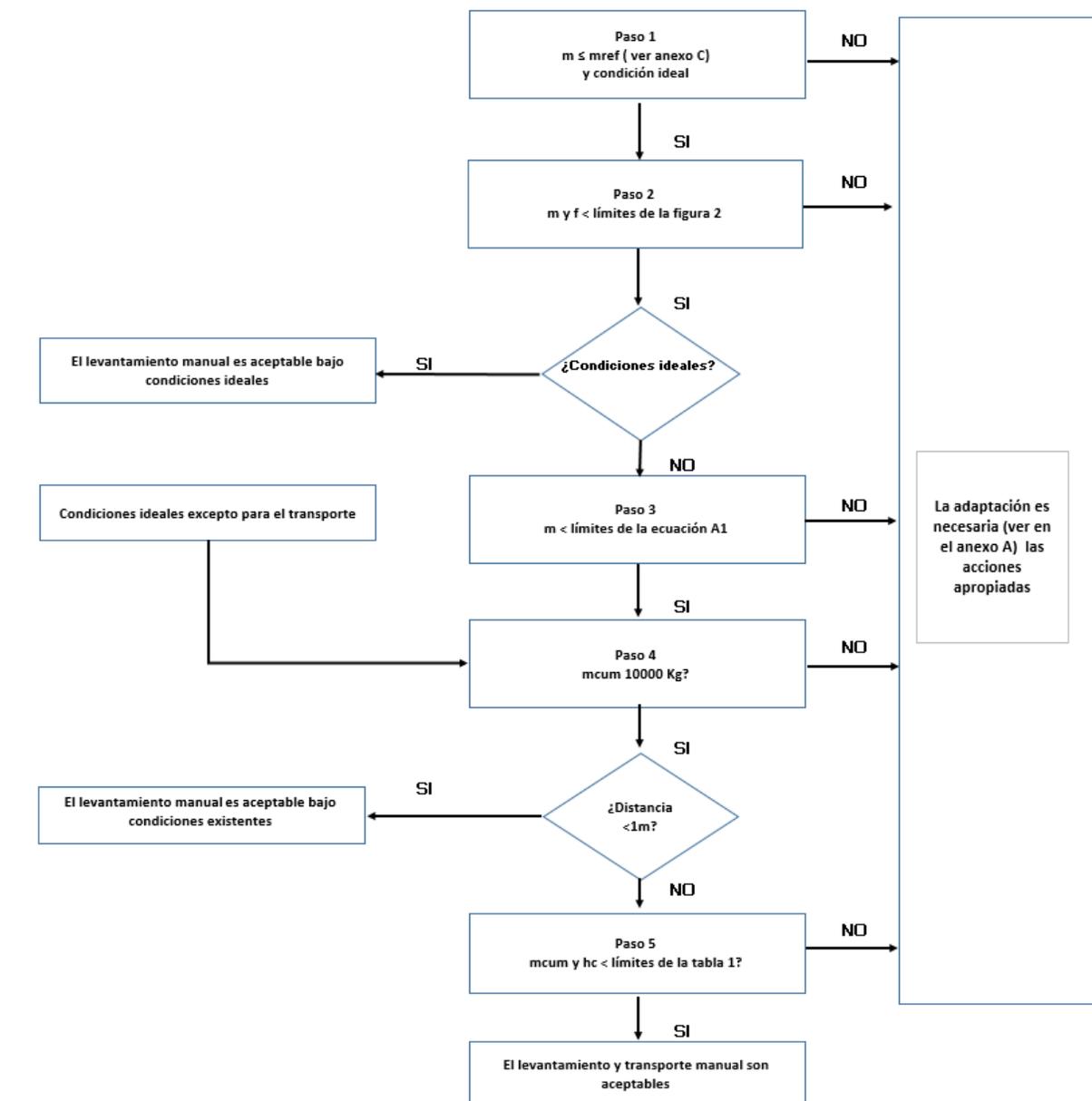
Figura 4.13 Evaluación rápida con programa ERGO\_epm

Fuente: Elaboración propia

## EVALUACIÓN. MANIPULACIÓN MANUAL. PARTE 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE.

Para la evaluación de la manipulación manual se usará la norma NTE-INEN-ISO 11228-1. para este fin, se realizó la medición de las variables que intervienen en la fórmula planteada que determinará el límite para la masa del objeto.

### ESTIMACIÓN Y VALORACIÓN DEL RIESGO



*Figura 4.14 Modelo por pasos*

Fuente: NTE INEN ISO 11228-1

Se determina como masa de referencia para todas las evaluaciones en este estudio al peso de 23Kg ya que este cubre el 95% de la población trabajadora.

### Evaluación codo 50 mm x 90 desagüe

Datos obtenidos:

- Distancia horizontal: 0.41m
- Ubicación vertical: 0.95m
- Desplazamiento de trayectoria vertical: 0.88m
- Ángulo de asimetría: 45°
- Frecuencia de levantamiento: 0.45
- Calidad del agarre: 1
- Repeticiones por minuto: 10
- Peso actual de la carga: 7.5 Kg
- Masa acumulada en turno de 8h: 7200 Kg

**Tabla 24** Cálculos para estibaje accesorios 50mm x 90

Masa límite recomendada para codo 50mm x 90							Masa promedio (Kg)	Kg acumulados en 8 horas
$m_{ref}$	$h_M$	$v_M$	$d_M$	$\alpha_m$	$f_M$	$C_M$		
23	0.6	0.7	0.85	0.9	0.45	1	3.5	7200
Valor de masa límite				3.3			3.5	7200
Valor de índice de levantamiento				1.05			Riesgo presente	

Fuente: Elaboración propia

### Evaluación codo ½ Pulg Roscable

Datos obtenidos:

- Distancia horizontal: 0.41m
- Ubicación vertical: 0.95m
- Desplazamiento de trayectoria vertical: 0.88m
- Ángulo de asimetría: 45°
- Frecuencia de levantamiento: 0.37
- Calidad del agarre: 1
- Repeticiones por minuto: 12
- Peso actual de la carga: 6 Kg
- Masa acumulada en turno de 8h: 8400 Kg

**Tabla 25** Cálculos estibaje de accesorios ½ pulgada roscable

Masa límite recomendada para codo 1/2 Pulg Roscable							Masa promedio (Kg)	Kg acumulados en 8 horas
$m_{ref}$	$h_M$	$v_M$	$d_M$	$\alpha_m$	$f_M$	$C_M$		
23	0.6	0.7	0.85	0.81	0.37	1		
Valor de masa límite				2.5			3	8400
Valor de índice de levantamiento				1.22			Riesgo presente	

Fuente: Elaboración propia

### Evaluación Tubería 110 mm Desagüe

Datos obtenidos:

- Distancia horizontal: 0.30m
- Ubicación vertical: 1.6m
- Desplazamiento de trayectoria vertical: 0.95m
- Ángulo de asimetría: 30°
- Frecuencia de levantamiento: 0.6
- Calidad del agarre: 1
- Repeticiones por minuto: 8
- Peso actual de la carga: 18.5 Kg
- Masa acumulada en turno de 8h: 7252 Kg

**Tabla 26** Cálculos estibaje de tuberías 110 mm desagüe

Masa límite recomendada para Tubería 110 mm Desagüe							Masa promedio (Kg)	Kg acumulados en 8 horas
$m_{ref}$	$h_M$	$v_M$	$d_M$	$\alpha_m$	$f_M$	$C_M$		
23	0.8	0.88	0.87	0.95	0.35	1		
Valor de masa límite				4.7			12.5	7252
Valor de índice de levantamiento				2.67			Riesgo Alto	

Fuente: Elaboración propia

## Evaluación Tubería ½ pulgada roscable

Datos obtenidos:

- Distancia horizontal: 0.30m
- Ubicación vertical: 1.6m
- Desplazamiento de trayectoria vertical: 0.95m
- Ángulo de asimetría: 30°
- Frecuencia de levantamiento: 0.6
- Calidad del agarre: 1
- Repeticiones por minuto: 1
- Peso actual de la carga: 25.8 Kg
- Masa acumulada en turno de 8h: 13950 Kg

**Tabla 27** Cálculos estibaje de tubería ½ pulgada roscable

Masa límite recomendada para Tubería de 1/2 Pulg Roscable							Masa promedio (Kg)	Kg acumulados en 8 horas
$m_{ref}$	$h_M$	$v_M$	$d_M$	$\alpha_m$	$f_M$	$C_M$		
23	0.8	0.9	0.87	0.95	0.88	1		
<b>Valor de masa límite</b>				<b>12.0</b>			25.8	13950
<b>Valor de índice de levantamiento</b>				<b>2.14</b>			<b>Riesgo Alto</b>	

**Fuente:** Elaboración propia

### Análisis de los resultados obtenidos.

Al aplicar la norma NTE-INEN ISO 11228-1 en la evaluación de las condiciones y variables que intervienen, podemos determinar que las actividades de estibaje de cajas de accesorios de 50 mm desagüe y ½ pulgada roscable tienen un riesgo presente, estos riesgos pueden ser reducidos tomando acciones para mejorar las condiciones de manipulación y transporte, sin embargo para el estibaje de tuberías de 110 mm desagüe y ½ pulgada roscable existe un riesgo alto (tubería 110 mm desagüe supera 2.67 veces el valor de la masa límite y la tubería roscable de ½ pulgada supera 2.14 veces la masa límite) , por lo tanto se debe adaptar el puesto de trabajo para reducir los riesgos presentes.

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- Aplicando la Norma ISO TR 12295 en la empresa que fabrica productos plásticos en el cantón Durán se determinó que el talento humano se encuentra realiza actividades repetitivas que ha generado riesgos ergonómicos, en este estudio se enfatiza en aquellos que son de carácter biomecánico asociado al sobreesfuerzo físico superior al esfuerzo normal ya que se observó que el personal realiza constantemente levantamientos manuales de cargas de forma incorrecta, entre las consecuencias derivadas de este riesgo son fundamentalmente lesiones dorsos lumbares de diversa consideración como lumbalgias.
- Por medio de la Norma ISO 11228-1 encargada de establecer los estándares relacionados al área de ergonomía para proteger al trabajador mediante criterios de análisis y prevención de riesgos laborales, fue sometida a evaluación específicamente en el levantamiento y transporte manual de cargas, donde se evidenció que la actividad superaba el límite establecido por el “Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas publicado el 10-01-2008 donde menciona en su artículo 64 inciso 3 que si la carga supera los 23 Kg debe levantarse entre 2 personas, la situación real refleja un peso superior del 12% de lo permitido. Las posibles consecuencias derivadas de la exposición a este riesgo, son fundamentalmente lesiones dorsos lumbares de diversa consideración como lumbalgias, sobre esfuerzo físico y hernias discales.
- Las medidas correctivas propuestas para reducir el nivel de riesgo ergonómico por levantamiento de cargas y el sobre esfuerzo es examinar la carga antes de manipularla con el propósito de definir el punto de agarre más adecuado, en caso de que el objeto a levantar sobre pase los 23kg se debe realizar el levantamiento entre dos personas, por otra parte procurar que la carga disponga de asas de agarre, separando los pies hasta lograr una postura estable, cargar a la altura de la cadera para realizar el respectivo desplazamiento.

### 5.2. Recomendaciones

- La empresa debe trabajar para alcanzar los límites detallados en la norma ISO 12295 puesto que el personal de la fábrica presenta altos índices de trastornos musculo esqueléticos, pues es necesario velar por el cumplimiento de los lineamientos para garantizar la mejora en la salud del trabajador, de forma que haya un mejor rendimiento y productividad personal y empresarial.
- Por medio de un plan de mejora realizar evaluaciones en torno a los límites de la Norma ISO 11228-1 donde se plantee recomendaciones para el levantamiento y descenso de carga pesada, se esta forma se podrán distribuir las tareas de una mejor manera considerando edad, género y condiciones de salud.
- Se recomienda que en las medidas preventivas se realice grupos de trabajos para la ejecución de las actividades cuya carga supere a los 23kg, también realizar ejercicios

periódicos para doblar las rodillas y no la cintura, de esta forma se puede trabajar para acercar lo más posible la carga al cuerpo.

- Fortalecer la campaña de pausa activas que se realiza en la empresa.
- Con la finalidad de reducir el transporte manual de cargas, se recomienda adquirir apiladores eléctricos, lo cual simplifica el trabajo del estibador y optimiza el tiempo de la operación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvis Rodríguez, . «Riesgos biomecánicos en los funcionarios del Instituto de Educación a Distancia de la Universidad del Tolima, periodo 2016-2019/Fuero de Salud.» *Revista Ideales*, 9(1)., 2019.
- Amir Swith, . *Rotacion laboral y trastornos musculoesqueleticos relacionados con el trabajo*. 2020.
- Amir, K. *Rotacion laboral y trastornos musculoesqueleticos relacionados con el trabajo*. 2020.
- Andrade Aguirre,. *Evaluación de riesgo ergonómico por manipulación de cargas en el personal operativo del Centro de Diálisis en la ciudad de Quito, en el periodo 2016*. 2019. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18652/1/T-UCE-0007-CPS-008-P.pdf>.
- Andrade, Jorge Esteban Aguirre. *Evaluación de riesgo ergonómico por manipulación de cargas en el personal operativo del Centro de Diálisis en la ciudad de Quito, en el periodo 2016*. 2019. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18652/1/T-UCE-0007-CPS-008-P.pdf>.
- Arias Ortiz, . *EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO BIOMECÁNICO EN LOS TRABAJADORES DE OFICINA DE ALEXON PHARMA COL. S.A.S. EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ*. 2017. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7212/Ortiz%20Arias%20Yeimi,%20Romo%20Pacheco%20Katerhinne%20Maria%202017.pdf;jsessionid=566E6A1652E90DFA8F451468AFD7E06B?sequence=1>.
- Arias-Gómez, J., M. Villasis-Keever, y M. Miranda N. «El protocolo de investigación III:la población de estudio.» *Revista Alergia México*, 2016: 201-206.
- Borja Reyna, . «Riesgos ergonómicos y prácticas de autocuidado del personal de enfermería.» *Nuevo Chimbote*, 2020., 2020.
- Cadena Zurita, . *IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RIESGO ERGONÓMICO BIOMECÁNICO DE LOS ASISTENTES DE BODEGA Y PROPUESTAS DE MEDIDAS DE CONTROL*. 2015. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/1391/1/Identificaci%C3%B3n%20y%20evaluaci%C3%B3n%20del%20riesgo%20ergon%C3%B3mico%20biomec%C3%A1nico%20de%20los%20asistentes%20de%20bodega%20y%20propuestas%20de%20medidas%20de%20control.pdf>.
- Calsin Tapia, . «Riesgo ergonómico biomecánico en el profesional de enfermería del servicio de cirugía del Hospital Manuel Núñez Butrón.» *Puno*, 2018.

- Calvache Cárdenas, . *Descripción de factores de riesgo ergonómicos, físicos y socio demográficos para desordenes musculo esqueléticos en los trabajadores de la empresa de producción Lácteos Andinos en la ciudad de Pasto en el año 2016 (Doctoral dissertation, CES).* 2017.
- Celedón Stotz,. *GUÍA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS ASOCIADOS AL MANEJO O MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGA.* 2016. <http://www.ist.cl/wp-content/uploads/2016/12/guia-tecnica-manejo-manual-de-carga.pdf>.
- Chaffin Park, . «Aspectos epidemiológicos.» *Estudio industrial* , 1973.
- Ciriello Buck,. «Investigacion de los pesos y fuerzas maximas aceptables al realizar tareas de manipulacion Manual.» 2007.
- Figuroa Vilca,. «Ergonomía Biomecánica Asociado a la Lumbalgia en Profesionales de Enfermería del Hospital II-1 llave,» *Puno 2019.*, 2019.
- Flores Bazán, . *Análisis de la relación entre ergonomía, calidad de vida y eficiencia de la producción en la industria maquiladora de Tamaulipas.* México, DF.: ANFECA, 2016.
- . *Análisis de la relación entre ergonomía, calidad de vida y eficiencia de la producción en la industria maquiladora de Tamaulipas.* México, DF.: ANFECA, 2019.
- Galvis Bautista, . «Aplicación de un estudio ergonómico en los puestos de trabajo e identificación de los riesgos biomecánicos en la empresa confecciones.» *Eslor*, 2019.
- Gómez Márquez. *Factores de riesgo biomecánicos y psicosociales presentes en la industria venezolana de la carne.* 2015. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-24492015000300003](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492015000300003).
- Gómez Márquez, . *Modelos teóricos de la causalidad de los trastornos musculoesqueléticos.* 2015. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215047422009.pdf>.
- Guillén Fonseca,. «Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional.» *Revista cubana de enfermería*, 22(4), 0-0., 2016.
- Leyva Martínez,. «Riesgo ergonómico laboral en fisioterapeutas de un centro de rehabilitación física.» *Revista medica herediana*, 22(1), 42-43., 2016.
- Márquez Gómez,. «Factores de riesgo biomecánicos y psicosociales presentes en la industria venezolana de la carne.» *Ciencia & trabajo*, 17(54), 171-176., 2015.
- Medina Giraldo, . *IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS BIOMECÁNICOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA DEL SUR OCCIDENTE COLOMBIANO DURANTE EL PERIODO 2019.* 2019. <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/3839/IDENTIFICACION%20DE%20LOS%20PELIGROS.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

- Murrugarra, J. F. *La ergonomía y satisfacción laboral de los trabajadores de la municipalidad distrital de Pachacamac en el periodo 2016.* 2017.
- Putz Andreson, Arun Garg y Thomas R. Waters. «Ecuacion Niosh revisada para el diseño y evaluacion de tareas de elevacion Manual.» 1991: 749-776.
- Salgado Gracia, . *FACTORES DE RIESGO DE TRASTORNOS MÚSCULO-ESQUELÉTICOS EN EL PERSONAL QUE LABORA EN LA PASAMANERÍA S.A. CUENCA,* 2016. 2017.  
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26847/1/Tesis.pdf>.
- Singleton Loor,. *Portal Insst.* Mayo de 2010.  
<https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+29.+Ergonom%C3%ADa> (último acceso: 21 de Febrero de 2021).
- Snook Stover,. «Manejo de materiales pricial fuente de lesiones laborales compensables en los Estados Unidos.» *Analisis*, 2007: 1.
- Vernaza Sierra, . «Dolor músculo-esquelético y su asociación con factores de riesgo ergonómicos, en trabajadores administrativos.» *Revista de salud pública*, 2016.
- Vincent, K. «Investigacion de los pesos y fuerzas maximas aceptables al realizar tareas de manipulacion Manual.» 2017.
- Zorrilla Agulló,. «Análisis socio-ergonómico en la agricultura.» *Evaluación del sector oleico desde una perspectiva de género y envejecimiento.*, 2018.

## ANEXOS



**Figura 12:** Condiciones de agarre  
**Fuente:** Elaboración propia



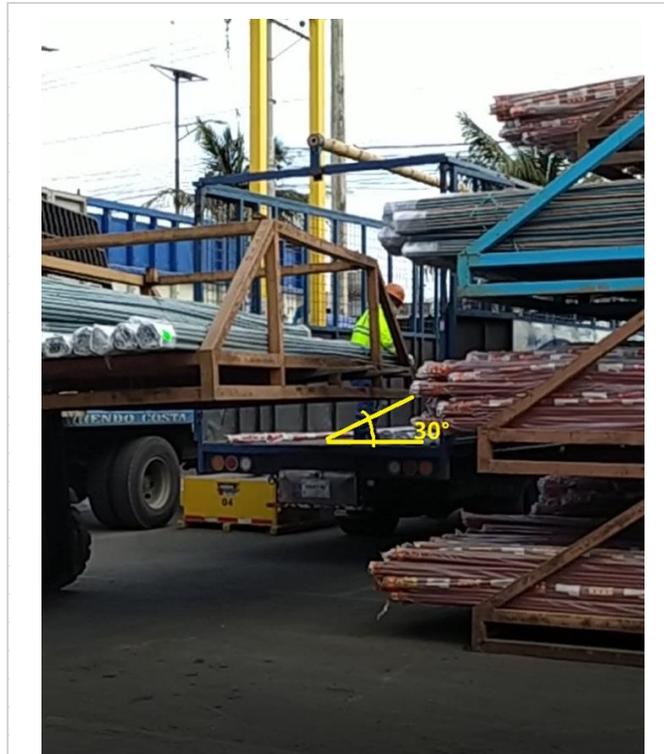
**Figura 13:** Altura de agarre  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 14:** Altura de agarre  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 15:** Altura de agarre  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 16 :** Ángulo de Asimetría  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 17 :** Ángulo de Asimetría  
**Fuente:** Elaboración propia

$$m \leq m_{Re f} * h_m * v_m * d_m * a_m * f_m * C_m$$

**Figura 18:** Ecuación de límite de masa

**Fuente:** NTE- INEN ISO 11228-1

Distancia de transporte (m)	Frecuencia de transporte $f_{m\max}$ $\text{min}^{-1}$	Masa acumulada $m_{\max}$ .			Ejemplo de masa $m.f$
		Kg/min	Kg/h	Kg/8 h	
20	1	15	750	6000	5 Kg x 3 veces/min 15 kg x 1 vez/min 25 Kg x 0.5 veces/min
10	2	30	1500	10000	5 Kg x 6 veces/min 15 kg x 2 veces/min 25 Kg x 1 vez/min
4	4	60	3000	10000	5 Kg x 12 veces/min 15 kg x 4 veces/min 25 Kg x 1 vez/min
2	5	75	4500	10000	5 Kg x 15 veces/min 15 kg x 5 veces/min 25 Kg x 1 vez/min
1	8	120	7200	10000	5 Kg x 15 veces/min 15 kg x 8 veces/min 25 Kg x 1 vez/min

**NOTA 1:** En el cálculo de la masa acumulada, se emplea una masa de referencia de 15 kg y una frecuencia de transporte de 15 veces/min para la población laboral en general.  
**NOTA 2:** La masa acumulada total de levantamiento y transporte manual nunca debe exceder los 10000 Kg/día, cualquiera que sea la duración diaria.  
**NOTA 3:** LA referencia de 23 Kg está incluida en la masa de 25 Kg

**Tabla 1.** Límites recomendados para masa acumulada en relación con la distancia de transporte (para población trabajadora en general) Unidades en SI

**Fuente:** NTE-INEN-ISO 11228-1

Frecuencia de levantamiento Número de levantamientos/ min	Valores de $f_M$					
	$t_L \leq 1h$		$1 h < t_L \leq 2 h$		$2 h < t_L \leq 8 h$	
	$V < 0,75 m$	$V \geq 0,75 m$	$V < 0,75 m$	$V \geq 0,75 m$	$V < 0,75 m$	$V \geq 0,75 m$
≤ 0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabla A.1.** Valores de multiplicador de frecuencia ( $f_M$ ) de la Ecuación (A.1)

**Fuente:** NTE-INEN-ISO 11228-1

Calidad de agarre	Valores de $C_M$	
	Altura < 0,75 m	Altura $\geq$ 0,75 m
Buena	1,00	1,00
Aceptable	0,95	1,00
Deficiente	0,90	0,90

**Tabla A.2. Multiplicador de acople ( $C_M$ ) para la calidad de agarre**

Fuente: NTE-INEN-ISO 11228-1

	Definiciones t	Periodo de descanso requerido
Corta duración	$t \leq 1$ h	$\geq 120\%$ de duración de la tarea de levantamiento continua y repetitiva
Duración mediana	$1$ h < $t \leq 2$ h	$\geq 30\%$ de duración de la tarea de levantamiento continua y repetitiva
Larga duración	$2$ h < $t \leq 8$ h	Sin cantidad especificada; se suponen descansos normales en la mañana, tarde, almuerzo

NOTA: Véanse los respectivos coeficientes de frecuencia en la tabla A.1

**TABLA A.3. Tareas de levantamiento continuo y sus periodos de descanso requeridos**

Fuente: NTE-INEN-ISO 11228-1

Campo de aplicación	$m_{ref}$	Porcentaje de población de usuarios protegida			Grupo de población	
		M y H <sup>a</sup>	M	H		
Uso no ocupacional	5	Datos no disponibles			Niños y adultos mayores	Población total
	10	99	99	99	Población doméstica en general	
Uso profesional	15	95	90	99	Población trabajadora en general, incluidos jóvenes y adultos	Población trabajadora en general
	20					
	23					
	25	85	70	95	Población trabajadora adulta	
	30	Ver nota			Población trabajadora especializada	Población trabajadora especializada bajo circunstancias especiales
	35					
	40					

NOTA Circunstancias especiales. Si bien se deben hacer todos los esfuerzos para evitar actividades de manipulación manual o reducir los riesgos a los niveles más bajos posibles, puede haber circunstancias excepcionales donde la masa de referencia puede exceder los 25 Kg (por ejemplo: donde no existen desarrollos o intervenciones tecnológicas suficientemente avanzados). En estas circunstancias excepcionales, se debe dar mayor atención y consideración a la educación y capacitación del individuo (por ejemplo: conocimiento especializado en relación con la identificación de riesgos y la reducción de riesgos), las condiciones laborales que prevalecen y las capacidades del individuo

a M: Mujer; H: Hombre

**TABLA A.4. Masa de referencia ( $m_{ref}$ ) para diferentes poblaciones**

Fuente: NTE-INEN-ISO 11228-1