



**UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE MECÁNICA**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO MECÁNICO**

**TEMA:**

---

**“ANÁLISIS Y MEDIDAS DE CONTROL DE LAS VIBRACIONES  
MECÁNICAS TRANSMITIDAS AL CUERPO HUMANO PARA DISMINUIR  
LOS RIESGOS EN TRABAJADORES DE LA EMPRESA MOLINOS  
MIRAFLORES”**

---

**AUTOR: Jairo Renán Sánchez Pérez**

**TUTOR: Ing. Mg. Alejandra Marlene Lascano Moreta**

**AMBATO – ECUADOR**

**Febrero – 2024**

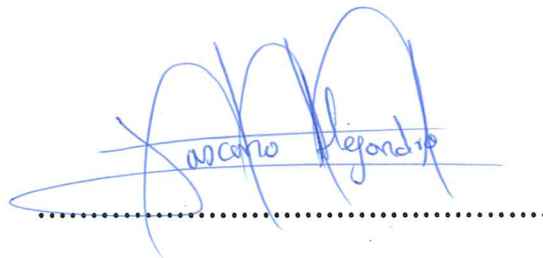
## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Trabajo Experimental, previo a la obtención de Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: “ANÁLISIS Y MEDIDAS DE CONTROL DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS TRANSMITIDAS AL CUERPO HUMANO PARA DISMINUIR LOS RIESGOS EN TRABAJADORES DE LA EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES”, elaborado por el Sr. Jairo Renán Sánchez Pérez portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804438974, estudiante de la Carrera de Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2024



**Ing. Mg. Alejandra Marlene Lascano Moreta**

**TUTORA**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jairo Renán Sánchez Pérez, con C.I. 1804438974, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema: **“ANÁLISIS Y MEDIDAS DE CONTROL DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS TRANSMITIDAS AL CUERPO HUMANO PARA DISMINUIR LOS RIESGOS EN TRABAJADORES DE LA EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES”** así como sus análisis, gráficos, mediciones, conclusiones y recomendaciones es de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2023



.....  
**Jairo Renán Sánchez Pérez**

**C.I. 1804438974**

**AUTOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizó a la Universidad Técnica de Ambato para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi proyecto técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2024



.....

**Jairo Renán Sánchez Pérez**

**C.I. 1804438974**

**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Jairo Renán Sánchez Pérez de la Carrera de Mecánica, bajo el tema: **“ANÁLISIS Y MEDIDAS DE CONTROL DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS TRANSMITIDAS AL CUERPO HUMANO PARA DISMINUIR LOS RIESGOS EN TRABAJADORES DE LA EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES”**

Ambato, febrero 2024

Para constancia firma:



Ing. Gonzalo Eduardo López Villacis, Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**



Ing. José Luis Yunapanta Velastegui, Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo experimental, dedico a Dios quien ha sido mi luz en este caminar, brindándome la fuerza y sabiduría suficiente para salir adelante en cualquier adversidad.

A mis padres, Renán y Marlene quienes han sido mi pilar fundamental en mi vida que, con su ejemplo de fortaleza, sacrificio, amor y apoyo absoluto, me guiaron por el camino del bien y siempre dispuestos a ayudarme en cualquier necesidad a pesar de cualquier adversidad.

A mis hermanas y familia, que siempre me brindaron un consejo o una palabra de aliento para no rendirme y dar lo mejor de mí. Mientras recorremos juntos la vida, que nuestro vínculo solo sea fortaleza y nuestro amor sea más profundo.

A mis amigos quienes han sido un apoyo en este arduo camino académico en donde su presencia ha sido un regalo invaluable, una fuente de fortaleza y consuelo en los momentos de dificultad.

Con gratitud y cariño

Jairo Sánchez

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, a los docentes que en su momento compartieron sus conocimientos para ser un buen profesional.

A la Empresa Molinos Miraflores S.A. por permitirme desarrollar el presente trabajo experimental en sus instalaciones y brindarme toda la información necesaria para concluir con este trabajo.

Quiero extender mi más sincero agradecimiento a mi tutora, Ing. Alejandra Lascano por guiarme y brindarme su apoyo incondicional en el desarrollo en el presente trabajo de titulación.

Agradezco a quienes me han tendido la mano en cualquier inquietud presentada en el desarrollo del presente trabajo de titulación, sin su apoyo brindado esto no sería posible.

A mis amigos quienes han sido un apoyo en este arduo camino académico, no puedo dejar de agradecerles por ser los pilares que han sostenido mi esfuerzo y motivación.

Jairo Sánchez

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTOS .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1.    Antecedentes .....	1
1.1.1. Fundamentación Teórica.....	2
1.1.2. Gestión de Riesgos laborales .....	2
1.1.3. Evaluación de riesgos.....	2
1.1.4. Riegos físicos y mecánicos .....	2
1.1.5. Valores límites de exposición .....	3
1.1.6. Vibraciones Mecánicas .....	3
1.1.7. Características de las vibraciones .....	8
1.1.8. Seguridad Industrial.....	11
1.1.9. Términos relativos a vibración .....	12
1.1.10 Ji-Cuadrado .....	13
1.1.11 Diagnostico de la empresa Molinos Miraflores S.A. ....	13



1.2.	Objetivos .....	15
1.2.1.	Objetivo General .....	15
1.2.2.	Objetivos Específicos .....	15
1.2.3.	Hipótesis.....	16
1.2.4.	Identificación de las variables de la Hipótesis .....	16
METODOLOGÍA .....		18
2.1.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	18
2.1.1.	Materiales.....	18
2.1.2.	Instrumento de medición .....	18
2.2.	MÉTODOS .....	19
2.2.1.	Identificación de los puestos de trabajo.....	19
2.2.2.	Población y muestra.....	20
2.2.3.	Análisis de las fuentes de vibraciones mecánicas.....	20
2.2.5.	Vibración transmitida a cuerpo entero.....	30
2.2.5.1.	Evaluación de la exposición diaria que se trasmite al cuerpo entero con varias fuentes de vibración.....	31
2.2.5.2.	Valores límites de la exposición a vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero .....	32
2.2.5.3.	Programación del equipo para evaluar la vibración a cuerpo entero	32
2.2.5.4	Ubicación de la medición.....	36
2.2.5.5	Duración de la medición .....	36
2.2.6	Vibración transmitida al sistema mano-brazo .....	36
2.2.6.1	Evaluación de la exposición diaria transmitida a mano-brazo con varias fuentes de vibración .....	37
2.2.6.2	Valores límites de la exposición a vibraciones mecánicas transmitidas al sistema mano-brazo.....	38
2.2.6.3	Programación del equipo para evaluar la vibración a cuerpo entero .	38

2.2.6.4 Ubicación de la medición.....	42
2.2.6.5 Duración de la medición .....	42
2.2.7. Tiempo de exposición a vibraciones mecánicas .....	43
2.2.8. Técnicas para recopilar la información.....	45
CAPÍTULO III.....	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	46
3.1. Resultados Obtenidos.....	46
3.1.1. Análisis de los Resultados de la encuesta aplicada al personal operativo de la empresa Molinos Miraflores S.A.....	46
3.1.2. Resultado de la medición de vibraciones transmitidas a cuerpo entero ...	51
3.1.3. Resultado de la medición de vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo.....	53
3.1.4. Análisis de Resultados VCE: Molinero .....	55
3.1.5. Análisis de Resultados VCE: Ayudante de molinería .....	55
3.1.6. Análisis de Resultados VCE: Recepcionista .....	56
3.1.7. Análisis de Resultados VMB: Molinero.....	56
3.1.8. Análisis de Resultados VMB: Ayudante de molinería.....	57
3.1.9. Análisis de Resultados VMB: Recepcionista .....	57
3.2 PLAN DE CONTROL DE RIESGOS MECÁNICOS EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES.....	59
3.2.1. Matriz de control de riesgos.....	80
3.3. Verificación de Hipótesis.....	84
CAPÍTULO IV.....	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
4.1. Conclusiones .....	87
4.2. Recomendaciones.....	88
BIBLIOGRAFÍA .....	89

ANEXOS .....	91
--------------	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Esquema de evaluación de riesgos. [4].....	2
<b>Figura 2</b> Excitaciones determinística y aleatoria de un sistema vibratorio. [5] .....	4
<b>Figura 3</b> Representación gráfica del resorte en su estado inicial y su reacción al aplicar una fuerza F. [5] .....	5
<b>Figura 4</b> Representación fuerza-deflexión de resortes lineales y no lineales [5].....	7
<b>Figura 5</b> Aplicación de cargas y diagrama de cuerpo libre en resortes conectados en serie. [5].....	7
<b>Figura 6</b> Aplicación de cargas y diagrama de cuerpo libre en resortes conectados en paralelo. [5] .....	8
<b>Figura 7</b> Ejes basicéntricos del cuerpo humano.....	10
<b>Figura 8</b> Ejes basicéntricos de la mano.....	11
<b>Figura 9</b> Equipo de medición Criffer.[7] .....	18
<b>Figura 10</b> Anclaje de sensor de vibración para cuerpo entero.....	32
<b>Figura 11</b> Verificación de especificaciones del equipo con su sensor.....	33
<b>Figura 12</b> Indicaciones para ingresar al menú del equipo de medición con el sensor. ....	33
<b>Figura 13</b> Verificación del sensor correcto para la evaluación a cuerpo entero. ....	33
<b>Figura 14</b> Registro correcto de cada medición al operario a cuerpo entero.....	34
<b>Figura 15</b> Verificación de la muestra para evaluación del operario. ....	34
<b>Figura 16</b> Correcta ubicación del equipo con el sensor hacia el operario.....	35
<b>Figura 17</b> Inicio de la medición con el registro de datos. ....	35
<b>Figura 18</b> Registro de mediciones y muestras en el equipo.....	35
<b>Figura 19</b> Anclaje del sensor de vibración para sistema mano brazo. ....	39
<b>Figura 20</b> Verificación de especificaciones del equipo con el sensor.....	39
<b>Figura 21</b> Indicaciones para ingresar al menú del equipo de medición.....	39
<b>Figura 22</b> Verificación del sensor correcto para la evaluación. ....	40
<b>Figura 23</b> Registro correcto de cada medición al operario en sistema mano brazo..	40
<b>Figura 24</b> Verificación de la muestra para evaluación del operario. ....	41

<b>Figura 25</b> Correcta ubicación de equipo con el sensor hacia el operario.....	41
<b>Figura 26</b> Inicio de la medición con el registro de datos. ....	41
<b>Figura 27</b> Registro de mediciones y muestras en el equipo.....	42
<b>Figura 28</b> Representación de la pregunta 1 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.....	46
<b>Figura 29</b> Representación de la pregunta 2 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.....	47
<b>Figura 30</b> Representación de la pregunta 3 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.....	47
<b>Figura 31</b> Representación de la pregunta 4 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.....	48
<b>Figura 32</b> Representación de la pregunta 5 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.....	49
<b>Figura 33</b> Representación de la pregunta 6 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.....	49
<b>Figura 34</b> Representación de la pregunta 7 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.....	50
<b>Figura 35</b> Distribución Ji-cuadrado[13].....	86
.....	86
<b>Figura 36</b> Gráfica criterio para aceptación y anulación H1-H0.....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Valores de aceleración permisibles a exposición de cuerpo entero y mano-brazo.....	3
<b>Tabla 2</b> Rangos de frecuencia de la vibración transmitida para movimientos y desplazamientos. ....	9
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de las variables dependientes.....	17
<b>Tabla 4</b> Operacionalización de las variables independientes.....	17
<b>Tabla 5</b> Identificación del peligro de las vibraciones.....	19
<b>Tabla 6</b> Puestos de trabajo con exposición a vibraciones en la etapa de Molienda. .	20
<b>Tabla 7</b> Población seleccionada para ejecutar el proyecto de investigación.....	20
<b>Tabla 8</b> Fuente de vibración en el Banco de Molienda.....	21
<b>Tabla 9</b> Fuente de vibraciones en el Plansifter.....	22
<b>Tabla 10</b> Fuente de vibraciones en el Sazor.....	23
<b>Tabla 11</b> Fuente de vibraciones en la Cepilladora. ....	24
<b>Tabla 12</b> Fuente de vibraciones en el Tornillo.....	25
<b>Tabla 13</b> Fuente de vibraciones en el Tornillo.....	26
<b>Tabla 14</b> Fuente de vibraciones en la Balanza. ....	27
<b>Tabla 15</b> Fuente de vibraciones en las esclusas. ....	28
<b>Tabla 16</b> Fuente de vibraciones en el Cernedor. ....	29
<b>Tabla 17</b> Fuente de vibraciones en el Molino de Martillo. ....	30
<b>Tabla 18</b> Valores límites de exposición a vibraciones transmitidas al cuerpo entero.	32
<b>Tabla 19</b> Valores límites de exposición a vibraciones transmitidas al cuerpo entero.	38
<b>Tabla 21</b> Mediciones de las vibraciones mecánicas a cuerpo entero.....	51
<b>Tabla 22</b> Mediciones de las vibraciones mecánicas mano-brazo.....	53
<b>Tabla 23</b> Valor diario de exposición del Molinero VCE. ....	55
<b>Tabla 24</b> Valor diario de exposición del ayudante de molinería en VCE. ....	55
<b>Tabla 25</b> Valor diario de exposición del Recepcionista en VCE. ....	56
<b>Tabla 26</b> Valor diario de exposición del Molinero en VMB.....	56
<b>Tabla 27</b> Valor diario de exposición del ayudante de molinería en VMB.....	57
<b>Tabla 28</b> Valor diario de exposición del Recepcionista en VCE. ....	57
<b>Tabla 29</b> Matriz de control de riesgos.....	80
<b>Tabla 30</b> Plan de control de riesgos molinero.....	81
<b>Tabla 31</b> Plan de control de riesgos ayudante molinería.....	82

<b>Tabla 32</b> Plan de control de riesgos recepcionista .....	83
<b>Tabla 33</b> Valores del nivel de riesgo para determinar Ji-cuadrado .....	84
<b>Tabla 34</b> Valores esperados para cada nivel de riesgo.....	85
<b>Tabla 35</b> Valor Ji cuadrado .....	85

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tiene como finalidad prevenir y mejorar el ambiente laboral. La industria alimenticia ha implementado equipos tecnológicos con el propósito de optimizar recursos y tiempo; sin embargo, el operario que se encuentra en contacto con dichas máquinas se encuentra expuesto a la emisión de vibraciones mecánicas, afectando la salud fisiológica. Las empresas disponen de sistemas de producción por lo que las máquinas no tienen oscilaciones determinadas, pero si generan tiempo, magnitud y dirección al que el operario está expuesto.

La investigación se realizó a partir de la recolección de información mediante la observación directa y visitas técnicas hacia las principales fuentes de vibración en las que el operario desarrolla cada actividad. El uso de métodos de evaluación de los riesgos provocados por vibración mecánica expuestos en las normas NTP INEN-ISO 2631 y 5349 brindan resultados de exposición a vibración diaria para aplicar el Decreto Ejecutivo 2393 que se enfoca en la seguridad y salud de los colaboradores y mejoramiento del ambiente laboral.

Con los resultados se identificó que las dosis de exposición de cada operario son tolerables y valores menores a 1 en tipo de vibración a cuerpo entero y vibración por sistema mano-brazo por tanto se concluye que las dosis de exposición no inciden en las condiciones laborales del trabajador. Se ha propuesto establecer un plan preventivo de control con registros de las actividades y los equipos de protección que debe utilizar el operario en la jornada laboral para reducir la exposición a las vibraciones mecánicas.

**Palabras clave:** Vibración mecánica, seguridad ocupacional, dosis de exposición, vibrómetro, ejes ortogonales.

## ABSTRACT

This work aims to prevent and improve the work environment. The food industry has implemented technological equipment to optimize resources and time; However, the operator who is in contact with these machines is exposed to the emission of mechanical vibrations, affecting physiological health. Companies have production systems, so the machines do not have specific oscillations, but they do generate time, magnitude, and direction to which the operator is exposed.

The research was carried out by collecting information through direct observation and technical visits to the main sources of vibration in which the operator carries out each activity. The use of methods of evaluating the risks caused by mechanical vibration exposed in the NTP INEN-ISO 2631 and 5349 standards provide results of exposure to daily vibration to apply the Executive Decree 2393 that focuses on the safety and health of employees and improvement of the work environment.

With the results, it was identified that the exposure doses of each operator are tolerable and values less than 1 in type of full-body vibration and vibration by hand-arm system, therefore it is concluded that the exposure doses do not affect the working conditions of the worker. It has been proposed to establish a preventive control plan with records of activities and protective equipment that the operator must use during the working day to reduce exposure to vibrations mechanics.

**Key words:** Mechanical vibration, occupational safety, exposure dose, vibrometer, orthogonal axes.



# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

Con las investigaciones precedentes de Elvis Gualotuña que realizó un estudio de exposición a vibraciones mecánicas con medición y análisis aplicado en un medio de transporte. El estudio tiene como objetivo detectar efectos en la salud del pasajero mediante la aplicación de norma ISO 2631. En el análisis de la vibración mecánica se utilizó un instrumento de medición y un involucrado principal (el conductor) ya que es la persona que se encuentra con mayor exposición a las vibraciones. El resultado de la investigación fue una relación entre análisis espectral de la aceleración y la frecuencia, llegando a concluir que existe mayor riesgo por exposición a vibraciones en la columna vertebral con valores de frecuencia entre 10 Hz a 12 Hz y una aceleración de  $0.9 \text{ m/s}^2$ . [1]

Así también, un estudio de vibraciones mecánicas Jonathan Pazmiño da a conocer que la entidad 'Muebles León' tiene una problemática con respecto al ambiente laboral por la exposición a factores de ruido y vibración. El objetivo del proyecto es mejorar el entorno de trabajo realizando evaluaciones de las vibraciones donde se aplica normas, decretos y resoluciones de la exposición del colaborador; teniendo como resultado la presencia de molestias de salud tales como: dolores lumbares y trastorno de músculo esquelético.[2]

Los antecedentes investigativos antes expuestos se aplican en empresas de carga pesada, mueblería y de transporte de pasajeros. Además, se observa la inexistencia de estudios en empresas de alimentación sobre el análisis de vibraciones, por tal motivo existe la necesidad de realizar el estudio vibracional y la incidencia los trabajadores de la planta industrial Molinos Miraflores. [3]

### 1.1.1. Fundamentación Teórica

### 1.1.2. Gestión de Riesgos laborales

En la gestión de riesgos laborales debe analizarse la posibilidad del riesgo laboral al cual el colaborador está expuesto. Para valorar un riesgo se lo realiza precisamente desde un punto de gravedad y con la probabilidad que provoque el daño.[4]



**Figura 1** Esquema de evaluación de riesgos. [4]

### 1.1.3. Evaluación de riesgos

De acuerdo con Oscar Betancourt clasifica las técnicas analíticas para prevenir accidentes de trabajo mismas que se detallan a continuación:

- Activas: Actuar antes que se dé el accidente.
- Reactivas: Actuar cuando se ha dado el accidente y ante ello determinas casusas.[4]

### 1.1.4. Riesgos físicos y mecánicos

En el decreto 1311 se expone proteger a los trabajadores de los riesgos laborales causados por la exposición a vibraciones mecánicas transmitidas a cuerpo entero y sistemas mano-brazo. [4]

**Tabla 1** Valores de aceleración permisibles a exposición de cuerpo entero y mano-brazo.

<b>Sistema</b>	<b>Valor a una acción</b>	<b>Valor límite</b>
VTCE	0.5 m/s <sup>2</sup>	1.15 m/s <sup>2</sup>
VTMB	2.5 m/s <sup>2</sup>	5 m/s <sup>2</sup>

### **1.1.5. Valores límites de exposición**

- Vibración transmitida a cuerpo entero

La jornada laboral consta de (8 hrs.), y su valor límite con exposición normalizado es 1.15 m/s<sup>2</sup>. [5]

La jornada laboral consta de (8 hrs.), con su valor aceptable de exposición normalizado para un periodo de referencia es 0.5 m/s<sup>2</sup>.

- Vibración transmitida a sistema mano-brazo

La jornada laboral consta de (8 hrs.), y su valor límite de exposición normalizado es 5 m/s<sup>2</sup>. [5]

La jornada laboral consta de (8 hrs.), con su valor límite de exposición normalizado para un periodo de referencia es 2.5 m/s<sup>2</sup>.

### **1.1.6. Vibraciones Mecánicas**

La vibración mecánica se da a partir de un movimiento el cual se repite en un intervalo de tiempo, como ejemplos más comunes se tiene el movimiento de una cuerda pulsada y el vaivén de un péndulo. El estudio de los movimientos oscilatorios está propuesto a partir de la teoría de la vibración en base a cuerpos y fuerzas asociadas. [5]

Un sistema de vibratorio está compuesto por elementos los cuales se encargan de una transformación de energía:

- Masa: Componente que permite la conservación de energía cinética.
- Resorte: Elemento que tiene la capacidad de almacenar energía potencial.

Modelo vibratorio

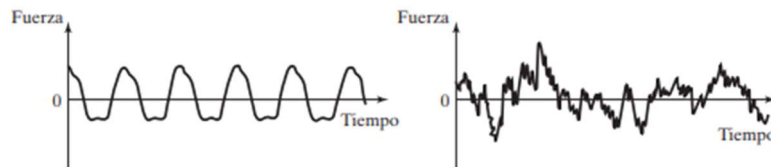
## Evaluación de la vibración

La vibración se clasifica en una de las siguientes categorías:

- a. La vibración libre significa que un sistema vibra por sí mismo después de una perturbación inicial, lo que indica que no hay una fuerza externa que actúe en el sistema. [5]
- b. La vibración forzada ocurre cuando un sistema está expuesto a una fuerza externa. Las oscilaciones de máquinas como motores otto o diésel son un ejemplo de vibración forzada. [5]

Al hablar de resonancia como condición establecemos una relación de coincidencia entre la frecuencia de la fuerza externa y la frecuencia natural del sistema, el cual da lugar a que el sistema sufra grandes oscilaciones las cuales ponen en riesgo al mismo. [5]

- c. Vibraciones no amortiguadas: cuando la energía no se pierde por fricción durante la oscilación.
- d. Vibraciones amortiguadas cuando pierde la energía durante la oscilación.
- e. Vibración lineal se da mediante el comportamiento lineal de los componentes básicos resorte, masa y amortiguador del sistema vibratorio.
- f. Vibración no lineal al tener un comportamiento no lineal en cualquiera de los componentes del sistema vibratorio.
- g. Vibración determinística
- h. Vibración aleatoria



**Figura 2** Excitaciones determinística y aleatoria de un sistema vibratorio. [5]

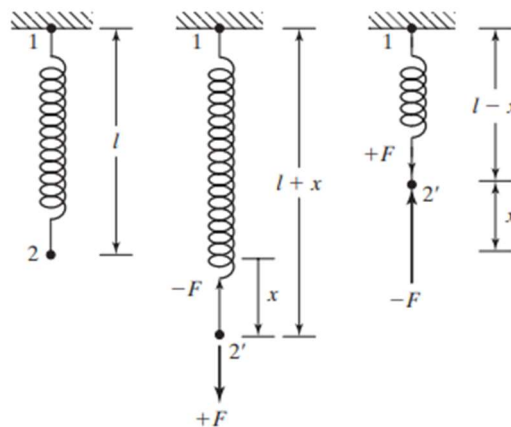
## Elementos de resorte

El resorte es un elemento mecánico elástico el cual tiene la capacidad de almacenar y desprender energía sin sufrir dicha deformación cuando las fuerzas cesan, para aplicaciones comunes el resorte está acompañado de la masa y amortiguamiento. [5]

El resorte helicoidal es el más común y utilizado en lapiceros, engrapadoras y suspensiones de vehiculos ya sean para carga o livianos. En aplicaciones de ingeniería podemos encontrar varios componentes mecánicos como resortes en el caso de barras, vigas o placas metálicas. [5]

## Representación de un resorte

El resorte se lo representa a través de su estado inicial al no tener ninguna fuerza aplicada, cuando actúa sobre él una fuerza y su longitud experimenta un alargamiento, cuando la fuerza de compresión es aplicada y su longitud se reduce. [5]



**Figura 3** Representación gráfica del resorte en su estado inicial y su reacción al aplicar una fuerza F. [5]

## Resorte lineal

Un resorte es lineal si su alargamiento y acortamiento tiene relación con la fuerza aplicada y se lo deduce a través de la siguiente fórmula. [5]

$$F = k * x \quad (1)$$

Donde,

$F$  Fuerza que actúa en la masa

$k$  Constante de resorte

$x$  desplazamiento de masa

### **Resorte no lineal**

Un resorte no lineal puede experimentar deflexiones pequeñas por lo cual en aplicaciones de resortes lineales es prácticamente utilizable, los resortes no lineales se utilizan particularmente cuando las deflexiones de un sistema son grandes. [5]

Para un análisis de vibración se utiliza resortes no lineales en donde la relación de fuerza y deflexión se rigen en la siguiente ecuación. [5]

$$F = ax + bx^3 \quad (2)$$

Donde,

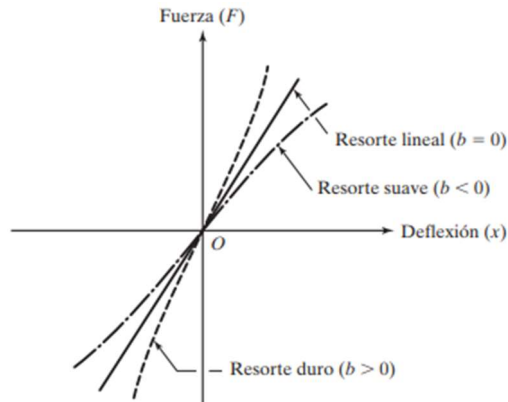
$a$  Constante asociada a linealidad

$b$  Constante asociada a la no linealidad

Tenemos ciertas condiciones para aplicar la ecuación de no linealidad

- Resorte fuerte Si  $b > 0$
- Resorte lineal Si  $b = 0$
- Resorte suave Si  $b < 0$

Representación de la relación de fuerza-deflexión con valores de  $b$



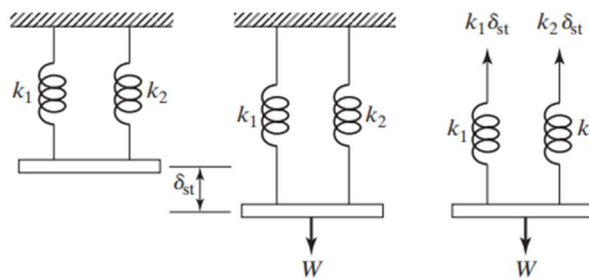
**Figura 4** Representación fuerza-deflexión de resortes lineales y no lineales [5]

### Combinación de resortes

#### Resortes en paralelo

Al aplicar una carga  $W$  en los resortes conectados en paralelo se deduce que todo el sistema experimenta una deflexión estática. Para la ecuación de equilibrio tenemos la Figura 5 que muestra el diagrama de cuerpo libre. [5]

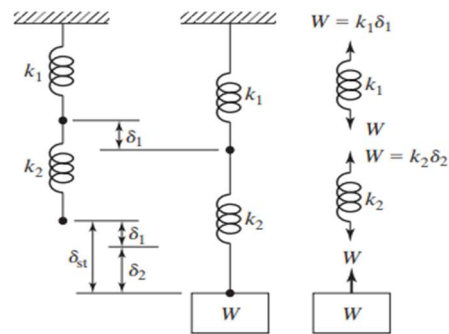
$$W = k_1 \delta + k_2 \delta$$



**Figura 5** Aplicación de cargas y diagrama de cuerpo libre en resortes conectados en serie. [5]

#### Resortes en serie

Al aplicar una carga  $W$  en dos resortes conectados en serie se deduce que cada resorte experimenta un alargamiento. Para un alargamiento total en los resortes que se aplica la misma carga el equilibrio se ilustra en Figura 6.



**Figura 6** Aplicación de cargas y diagrama de cuerpo libre en resortes conectados en paralelo. [5]

### Elementos de Masa o inercia

La masa es un cuerpo rígido el cual se encuentra apto para ganar o liberar energía cinética al tener un cambio de velocidad en su movimiento. La fuerza aplicada en la masa es el producto de su masa y su aceleración esto con respecto a la segunda ley de movimiento. [5]

### Sistema vibratorio

El sistema vibratorio dispone de un medio el que se encarga de almacenar energía potencial, el medio para la conservación de la energía cinética y la pérdida gradual de energía. [5]

#### 1.1.7. Características de las vibraciones

El cuerpo humano está expuesto a efectos de vibraciones mecánicas las mismas que constituyen características como: la magnitud, la frecuencia, la dirección y el tiempo de exposición.[5]

### Magnitud de la Vibración

Representa la vibración midiendo el desplazamiento causado por una vibración. Sus términos están constituidos por la velocidad o aceleración. [5]

Para un estudio adecuado se determina en términos de su aceleración con unidad de medida el metro por segundo cuadrado  $m/s^2$  .[5]



## Frecuencia

La unidad utilizada para medir es ciclo por minuto (cpm), ciclo por segundo (cps) o Hertz, y se representa por la cantidad de ciclos que pasan en un determinado tiempo.

La expresión matemática de la frecuencia se describe en la ecuación. [5]

$$F = \frac{1}{T}; F = \frac{W}{2\pi} \quad (3)$$

**Tabla 2** Rangos de frecuencia de la vibración transmitida para movimientos y desplazamientos.

Frecuencia Vibracional (Hz)	Efecto Vibracional
Menor a 3 (Hz)	Movimientos del cuerpo humano como unidad.
4 - 12 (Hz)	Resonancia entre los hombros, las caderas y el abdomen.
20 - 30 (Hz)	Resonancia del cráneo produciendo agudeza visual.
60 - 90 (Hz)	Tienden a resonar los glóbulos oculares

## Clasificación de las vibraciones con respecto a la frecuencia

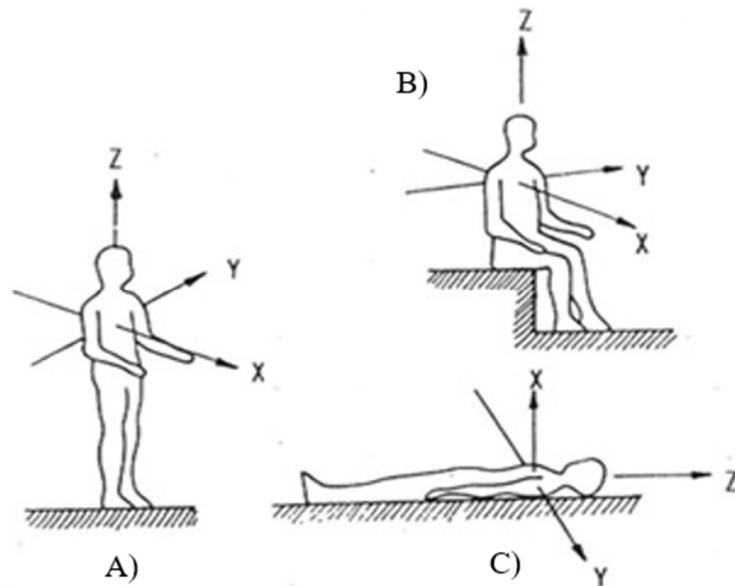
- Frecuencia extremadamente baja < 1 Hz
- Frecuencia baja de 1 a 20 Hz
- Frecuencia alta de 20 a 1000 Hz

## Dirección

El cuerpo humano se expone a los efectos de vibración los mismos que dependen de la dirección de incidencia.

### Dirección son sistema de coordenada para cuerpo entero

- Posiciones sentadas: x ejes longitudinales, y ejes laterales y z ejes verticales.
- Posición de pie: x ejes longitudinales, y ejes laterales y z ejes verticales.

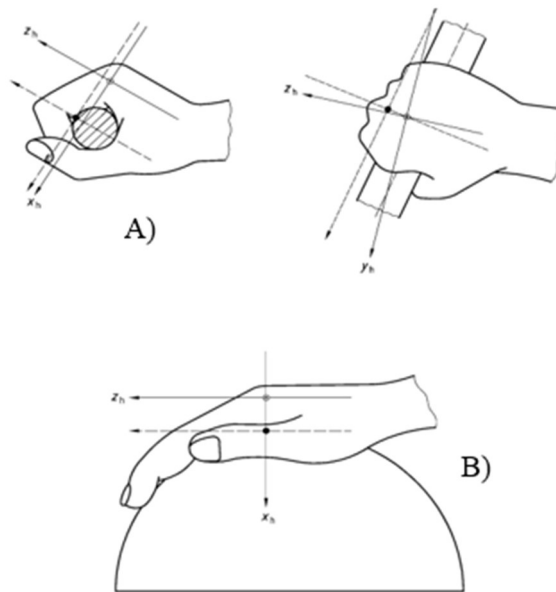


**Figura 7** Ejes basicéntricos del cuerpo humano A). Posición de pie,  
B). Posición sentado y C) Posición acostado.

### Dirección son sistema de coordenada para mano-brazo

La grafica para la respuesta a una vibración se mide con respecto a los ejes ortogonales

- Eje z: mano-interior brazo
- Eje x: conecta el dorso y palma de la mano
- Eje y: línea de los nudillos



**Figura 8** Ejes basicéntricos de la mano A). Posición de agarre,  
B). Posición palma-palma.

### 1.1.8. Seguridad Industrial

La seguridad industrial se refiere a la disciplina del estudio no relacionado con las materias académicas, sino con un tipo de estudio de disciplina especial que se complementa con las relaciones legales.[4]

En el estudio de la Seguridad Industrial se organiza en tres niveles:

- Laboral
- Productos industriales
- Procedimientos e instalaciones industriales

Pilares de vertebración del análisis de la seguridad industrial:

- Análisis que se basa en la fuente física del riesgo
- Métodos y principios de aplicación de la seguridad
- Metodologías específicas de diversas áreas
- Aplicaciones a realidades industriales

La seguridad industrial al ser aplicada en un entorno se encarga de gestionar y manejar los riesgos de las operaciones de la industria. El objetivo principal de la seguridad industrial es proteger a los empleados mediante la implementación de controles de seguridad.[4]

### **1.1.9. Términos relativos a vibración**

-Vibración: variación entre magnitud de una cantidad descriptiva del movimiento de un sistema mecánico en el tiempo.

-Vibración aleatoria: vibración que no se puede predecir en un instante de tiempo.

-Frecuencia dominante: frecuencia con un valor máximo en una curva de densidad espectral.

-Vibración transitoria: movimiento de un sistema vibratorio no estacionario.

-Vibración forzada: vibración en oscilación causada por un excitador.

-Oscilación libre: vibración que ocurre al retirar la excitación.

-Vibración ambiente: vibración global resultante de fuentes lejanas y cercanas.

-Ciclo: estados por los que pasa un fenómeno o función antes de repetirse.

-Frecuencia: inversa del período fundamental.

-Amplitud: valor máximo que representa a una vibración sinusoidal.

-Valor pico: valor máximo de una vibración durante un intervalo.

-Vibración: circular: desplazamiento de la vibración de un punto que vibra es circular.

### 1.1.10 Ji-Cuadrado

El proyecto utiliza el análisis estadístico Ji\*cuadrado método que se utiliza para probar hipótesis.[6]

$$\chi^2 = \frac{(o_i * e_i)^2}{e_i} \quad (4)$$

Donde:

$\chi^2$ = Ji Cuadrado

$o_i$ = Es la frecuencia observada

$e_i$ = Es la frecuencia esperada

### 1.1.11 Diagnostico de la empresa Molinos Miraflores S.A.

La planta industrial Molinos Miraflores S.A. está ubicado en la ciudad de Ambato parroquia Santa Rosa entre Av. Tercera S/N y Av. Primera tiene como proporcionar alimentos que satisfagan las necesidades del cliente siguiendo estándares de eficiencia y calidad.

En la empresa Molinos Miraflores se idéntico que existen planes de mantenimientos preventivos planificados por el personal administrativo y aplicados por el personal técnico.

La compañía industrial ALAPA es una empresa turca con un personal especializado, redes de servicio y reservas de repuestos es proveedora de la maquinaria industrial y de la estructura en la que esta creada la empresa Molinos Miraflores.

Ventajas en construcción:

- Seguridad y normas de calidad
- Diseño electromecánico
- Construcciones de Acero
- Visualización arquitectónica
- Ingeniería en proyectos estáticos, dinámicos, eléctricos y mecánicos

## **Actividad económica**

Producción de Harinas mediante la molienda de productos vegetales

## **Estructura Organizativa**

La producción de Harina y subproductos se efectúa diariamente mediante etapas de producción en las que el operario se encuentra laborando, es por eso por lo que se ha reflejado la necesidad de garantizar la salud integral a base de identificar, evaluar y priorizar los riesgos en esta etapa para posteriormente realizar un plan de control para la prevención de riesgos laborales.

## **Área de Producción**

### **Personal en Molienda**

En la etapa de Molienda laboran 9 operarios en los 3 turnos del día, 1 técnico de mantenimiento y 1 supervisor de mantenimiento estos dos últimos con horario administrativo y siendo todos del sexo masculino.

### **Horarios de trabajo**

Los operarios se dividen en grupos de 3 y realizan su jornada laboral de 8 horas con el horario establecido (Desde 6:00am a 2:00pm), (De las 2:00pm a 10:00pm), (y de 10:00pm a 6:00am), por otra parte, el técnico y supervisor de mantenimiento tienen el horario establecido (Desde 8:00am hasta 5:00pm)

### **Incidentes en la empresa**

En la empresa no se han presentado incidentes como los dolores articulares principalmente dolor en miembros superiores, dolores de cabeza.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Analizar las vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo humano para disminuir los riesgos en trabajadores de la empresa Molinos Miraflores mediante la norma NTE INEN-ISO 2631 para cuerpo entero y NTE INEN-ISO 5349 para mano-brazo.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar los puestos de trabajo en la empresa Molinos Miraflores que son más propensos a ser afectados por las vibraciones mecánicas.

En la empresa se ubicó las diferentes etapas de producción con una visita a cada área de trabajo y la participación que tiene cada trabajador con respecto a la revisión, control y regulación de maquinaria. Se identificó en la etapa de molienda una mayor incidencia de las vibraciones las mismas que están expuestas a molineros, ayudantes de molinería y recepcionistas cada uno con diferentes actividades en los puestos de trabajo.

- Evaluar la energía absorbida por el personal usando un instrumento de cuantificación para valorar características de vibración hacia los trabajadores expuestos en la empresa.

En la obtención de valores cuantitativos de una evaluación de vibraciones se realizará en los puestos seleccionados con mayor exposición a vibraciones en la empresa. Para medir las variables de vibración se utilizará un instrumento de medición tecnológico. Este constará de herramientas con la capacidad de poder medir vibraciones a cuerpo entero y sistema mano brazo.

- Realizar cálculos de frecuencia mínima y máxima de las vibraciones teniendo en cuenta los efectos que causan al ser absorbidas por el cuerpo humano para comparar en base a la norma NTE INEN-ISO 2631 y NTE INEN-ISO 5349.

Los cálculos se determinarán mediante la aplicación de fórmulas para encontrar los valores de exposición diaria normalizada durante 8 horas. Posteriormente se compara los valores resultantes con los valores representativos de cada norma con respecto al tipo de exposición los mismos que conducen a tomar acciones.

- Establecer medidas de control de las vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero y sistema mano-brazo para disminuir el nivel de riesgo al que se exponen los trabajadores.

Se refiere a la implementación de un plan de control mediante la aplicación de la GTC como modelo debido a su enfoque integral en la gestión de riesgos laborales, su adaptabilidad, su alineación con normativas internacionales y su enfoque preventivo en la seguridad y salud ocupacional. Elaborado con la finalidad de valorar el riesgo mecánico en cada operario e implementar medidas de intervención para mejorar la eficiencia de trabajo, la seguridad y salud del empleado de la empresa Molinos Miraflores.

### **1.2.3. Hipótesis**

H0

El nivel de riesgo por exposición a vibraciones mecánicas es independiente de cada actividad ejecutada por los operarios de la empresa Molinos Miraflores.

H1

El nivel de riesgo por exposición a vibraciones mecánicas es dependiente de cada actividad ejecutada por los operarios de la empresa Molinos Miraflores.

### **1.2.4. Identificación de las variables de la Hipótesis**

#### **Variable dependiente**

Nivel de riesgo por vibración mecánica

#### **Variable independiente**

Actividades ejecutadas por los operarios



### 1.2.5. Operacionalización de variables

#### Variable dependiente

**Tabla 3** Operacionalización de las variables dependientes

Variable	Dimensión	Indicador	Ítem	Técnicas e instrumentos de la medición
Nivel de riesgo por vibración mecánica	Magnitud	VCE	Valor máximo en cada ciclo ( $m/s^2$ )	-Inspección visual -Vibrómetro
	Dirección	VMB	Ejes lineales ( $m/s^2$ )	-Inspección visual -Vibrómetro
	Tiempo de exposición		Jornada laboral 8 horas	-Inspección visual

#### Variable independiente

**Tabla 4** Operacionalización de las variables independientes

Variable	Dimensión	Indicador	Ítem	Técnicas e instrumentos de la medición
Actividades ejecutadas por los operarios	Molinero Ayudante de molinería Recepcionista	Revisión de proceso de producción  Control y regulación de maquinaria  Inspección del proceso de producción	Origen de vibraciones en la Etapa de Molienda	-Fichas de registro -Hoja de cálculo -Norma Técnica

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. MATERIALES Y EQUIPOS

##### 2.1.1. Materiales

- Maquinaria industrial

##### 2.1.2. Instrumento de medición

- Vibrómetro CRIFFER



Figura 9 Equipo de medición Criffer.[7]

##### 2.1.3. Partes del Criffer

- Conexión del sensor
- Pantalla
- Pulsador de encendido
- Pulsador de decremento
- Pulsador de incremento
- Pulsador de selección
- Mini-entrada de USB
- Clip de la solapa

## 2.2. MÉTODOS

### 2.2.1. Identificación de los puestos de trabajo

En la empresa Molinos Miraflores se realizó una investigación visual para recopilar información de las diferentes etapas de producción de la planta industrial. Mediante el esquema general de la planta se visita cada puesto para detectar si existe peligro de riesgo en las diferentes áreas:

- Área para recibir materias primas
- Área de Pre-limpia
- Área de Acondicionamiento
- Área de Molienda
- Área de Empaque de Harina y Subproductos

En la tabla se idéntica la incidencia de vibraciones con el nivel de deficiencia en el personal de la empresa Molinos Miraflores.

**Tabla 5** Identificación del peligro de las vibraciones.

<b>Vibraciones en Etapas de Producción</b>			
<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PERSONAL</b>	<b>CONTACTO</b>
Primera Limpia	Control automático	-Recepcionista	No se ha detectado peligro de riesgo
Segunda Limpia	Control automático	-Recepcionista	No se ha detectado peligro de riesgo
Acondicionamiento	Control automático	-Ayudante de molinería	No se ha detectado peligro de riesgo
Molienda	Control automático y manual	-Molinero -Ayudante de molinería -Recepcionista	Se ha detectado peligro de riesgo
Empaque	Control automático y manual	-Personal de empaque	No se ha detectado peligro de riesgo

La tabla 6 expone el puesto de trabajo del operario y su factor de riesgo, se determinó que no existen evaluaciones previas de riesgo mecánico en la empresa para un posterior análisis vibracional.

**Tabla 6** Puestos de trabajo con exposición a vibraciones en la etapa de Molienda.

<b>Personal</b>	<b>Puesto de Trabajo</b>	<b>Factor de riesgo</b>	<b>Valor de Grado de Peligrosidad</b>
Molinero	Molienda	Vibraciones	Sin evaluación existente
Ayudante de Molinería	Molienda	Vibraciones	Sin evaluación existente
Recepcionista	Molienda	Vibraciones	Sin evaluación existente

### 2.2.2. Población y muestra

**Tabla 7** Población seleccionada para ejecutar el proyecto de investigación.

<b>Operario</b>	<b>Nº de Trabajadores</b>
Molinero	1
Ayudante de Molinería	1
Recepcionista	1
<b>Total</b>	<b>3</b>

### 2.2.3. Análisis de las fuentes de vibraciones mecánicas

El análisis del proyecto en la etapa de Molienda de la empresa Molinos Miraflores se basa en las fuentes que generan las vibraciones mecánicas. Se realizó un estudio de cada fuente con sus elementos y las actividades que realiza el Operario.

Para detallar las fuentes se levantó información de la máquina que transmite la vibración mecánica y se realizará una ficha de cada uno de los puestos de trabajo a los que el Operario está expuesto.[8]

**Tabla 8** Fuente de vibración en el Banco de Molienda

<b>MOLINOS MIRAFLORES</b>	
<b>ACTIVIDADES DE MOLINERO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación y entrada del producto.</li> <li>• Molienda del producto.</li> <li>• Regulación de rodillos con la alimentación al banco de molienda.</li> <li>• Control del flujo regular y emisión de polvo.</li> </ul>	
<b>Descripción de Fuente de Vibración</b>	
<b>MAQUINARIA:</b>	BANCO DE MOLIENDA
<b>MODELO</b>	DAVG 250/1250
<b>AREA:</b>	Molienda
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>	Operario de molinería
<b>ENTRADA DEL PROCESO:</b>	Trigo de baja, media y alta calidad
<b>SALIDA DEL PROCESO:</b>	Harina y subproductos
<b>EQUIPOS:</b>	NA
<b>FUENTE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor</li> </ul>	
<b>Observaciones:</b>	
<b>Realizado por:</b>	Jairo Sánchez

**Tabla 9** Fuente de vibraciones en el Plansifter

<p><b>MOLINOS MIRAFLORES</b></p>	
<p><b>ACTIVIDADES DE MOLINERO</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación y entrada del producto molido.</li> <li>• Movimientos de oscilación de la máquina.</li> <li>• Control de la caja de tensión en movimiento vertical.</li> </ul>	
<p>Descripción de Fuente de Vibración</p>	
<p><b>MAQUINARIA:</b></p>	<p>PLANSIFTER</p>
<p><b>MODELO:</b></p>	<p>DPAK 51/7.5</p>
<p><b>AREA:</b></p>	<p>Molienda</p>
<p><b>PUESTO DE TRABAJO:</b></p>	<p>Operario de molinería</p>
<p><b>ENTRADA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Producto molido</p>
<p><b>SALIDA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Harina y subproductos</p>
<p><b>EQUIPOS:</b></p>	<p>NA</p>
<p><b>FUENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor</li> </ul>	
<p><b>Observaciones:</b></p>	
<p><b>Realizado por:</b></p>	<p>Jairo Sánchez</p>

**Tabla 10** Fuente de vibraciones en el Sazor

<p><b>MOLINOS MIRAFLORES</b></p>	
<p><b>ACTIVIDADES DE MOLINERO</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación y entrada del producto molido.</li> <li>• Control de ingreso del producto desde las rectificadoras.</li> <li>• Control el flujo del producto mediante la campana de vidrio.</li> <li>• Ajuste del sistema que absorbe el polvo durante el proceso</li> </ul>	
<p align="center"><b>Descripción de Fuente de Vibración</b></p>	
<p><b>MAQUINARIA:</b></p>	<p>SAZORES</p>
<p><b>MODELO:</b></p>	<p>AISA 46/200</p>
<p><b>AREA:</b></p>	<p>Molienda</p>
<p><b>PUESTO DE TRABAJO:</b></p>	<p>Operario de molinería</p>
<p><b>ENTRADA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Producto molido</p>
<p><b>SALIDA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Harina y subproductos</p>
<p><b>EQUIPOS:</b></p>	<p>NA</p>
<p><b>FUENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vibromotor</li> </ul>	
<p><b>Observaciones:</b></p>	
<p><b>Realizado por:</b></p>	<p>Jairo Sánchez</p>

**Tabla 11** Fuente de vibraciones en la Cepilladora.

<p><b>MOLINOS MIRAFLORES</b></p>	
<p><b>ACTIVIDADES DE MOLINERO</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación y entrada del producto molido.</li> <li>• Control de ingreso del producto desde las rectificadoras.</li> <li>• Control el flujo del producto mediante la campana de vidrio.</li> <li>• Ajuste del sistema que absorbe el polvo durante el proceso</li> </ul>	
<p>Descripción de Fuente de Vibración</p>	
<p><b>MAQUINARIA:</b></p>	<p>CEPILLADORA</p>
<p><b>MODELO:</b></p>	<p>DKFS 5012</p>
<p><b>AREA:</b></p>	<p>Molienda</p>
<p><b>PUESTO DE TRABAJO:</b></p>	<p>Operario de molinería</p>
<p><b>ENTRADA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Producto molido</p>
<p><b>SALIDA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Harina y subproductos</p>
<p><b>EQUIPOS:</b></p>	<p>NA</p>
<p><b>FUENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor</li> </ul>	
<p><b>Observaciones:</b></p>	
<p><b>Realizado por:</b></p>	<p>Jairo Sánchez</p>



**Tabla 12** Fuente de vibraciones en el Tornillo

<p><b>MOLINOS MIRAFLORES</b></p>	
<p><b>ACTIVIDADES DE MOLINERO</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación y entrada del producto molido.</li> <li>• Control de ingreso del producto desde las rectificadoras.</li> <li>• Control el flujo del producto mediante la campana de vidrio.</li> <li>• Ajuste del sistema que absorbe el polvo durante el proceso</li> </ul>	
<p>Descripción de Fuente de Vibración</p>	
<p><b>MAQUINARIA:</b></p>	<p>TORNILLO TUBULAR DE HARINA</p>
<p><b>MODELO</b></p>	
<p><b>AREA:</b></p>	<p>Molienda</p>
<p><b>PUESTO DE TRABAJO:</b></p>	<p>Ayudante de molinería</p>
<p><b>ENTRADA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Harina</p>
<p><b>SALIDA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Harina línea 1 y 2</p>
<p><b>EQUIPOS:</b></p>	<p>NA</p>
<p><b>FUENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor</li> <li>• Caja reductora</li> </ul>	
<p><b>Observaciones:</b></p>	
<p><b>Realizado por:</b></p>	<p>Jairo Sánchez</p>

**Tabla 13** Fuente de vibraciones en el Tornillo.

<p><b>MOLINOS MIRAFLORES</b></p>	
<p><b>ACTIVIDADES DE MOLINERO</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación y entrada de los subproductos.</li> <li>• Control del subproducto mediante salidas de tubería.</li> <li>• Control del flujo del producto.</li> </ul>	
<p>Descripción de Fuente de Vibración</p>	
<p><b>MAQUINARIA:</b></p>	<p>TORNILLO TUBULAR DE SUBPRODUCTO</p>
<p><b>MODELO</b></p>	
<p><b>AREA:</b></p>	<p>Molienda</p>
<p><b>PUESTO DE TRABAJO:</b></p>	<p>Ayudante de molinería</p>
<p><b>ENTRADA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Subproducto</p>
<p><b>SALIDA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Subproductos</p>
<p><b>EQUIPOS:</b></p>	<p>NA</p>
<p><b>FUENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor</li> <li>• Caja reductora</li> </ul>	
<p><b>Observaciones:</b></p>	
<p><b>Realizado por:</b></p>	<p>Jairo Sánchez</p>

**Tabla 14** Fuente de vibraciones en la Balanza.

<p><b>MOLINOS MIRAFLORES</b></p>	
<p><b>ACTIVIDADES DE MOLINERO</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación de la materia prima.</li> <li>• Control de la salida de la materia prima.</li> <li>• Control del flujo del producto.</li> </ul>	
<p>Descripción de Fuente de Vibración</p>	
<p><b>MAQUINARIA:</b></p>	<p>BALANZA</p>
<p><b>MODELO:</b></p>	
<p><b>AREA:</b></p>	<p>Molienda</p>
<p><b>PUESTO DE TRABAJO:</b></p>	<p>Ayudante de molinería</p>
<p><b>ENTRADA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Materia prima</p>
<p><b>SALIDA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Materia prima</p>
<p><b>EQUIPOS:</b></p>	<p>NA</p>
<p><b>FUENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pistón</li> </ul>	
<p><b>Observaciones:</b></p>	
<p><b>Realizado por:</b></p>	<p>Jairo Sánchez</p>

**Tabla 15** Fuente de vibraciones en las esclusas.

<p><b>MOLINOS MIRAFLORES</b></p>	
<p><b>ACTIVIDADES DE MOLINERO</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación y entrada de harina y subproductos.</li> <li>• Control de harina y subproducto mediante salidas.</li> <li>• Control del flujo del producto.</li> </ul>	
<p>Descripción de Fuente de Vibración</p>	
<p><b>MAQUINARIA:</b></p>	<p>ESCLUSA</p>
<p><b>MODELO:</b></p>	
<p><b>AREA:</b></p>	<p>Molienda</p>
<p><b>PUESTO DE TRABAJO:</b></p>	<p>Ayudante de molinería</p>
<p><b>ENTRADA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Harina y subproductos</p>
<p><b>SALIDA DEL PROCESO:</b></p>	<p>Harina y subproductos</p>
<p><b>EQUIPOS:</b></p>	<p>NA</p>
<p><b>FUENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor</li> <li>• Caja reductora de velocidad</li> </ul>	
<p><b>Observaciones:</b></p>	
<p><b>Realizado por:</b></p>	<p>Jairo Sánchez</p>

**Tabla 16** Fuente de vibraciones en el Cernedor.

<p><b>MOLINOS MIRAFLORES</b></p>	
<p><b>ACTIVIDADES DE MOLINERO</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación y entrada de los Harina.</li> <li>• Control de la salida del producto por las mangas.</li> <li>• Control del flujo del producto.</li> </ul>	
<p align="center"><b>Descripción de Fuente de Vibración</b></p>	
<p><b>MAQUINARIA:</b></p>	<p>CERNEDOR DE CONTROL 1</p>
<p><b>MODELO:</b></p>	
<p><b>AREA:</b></p>	<p>Molienda</p>
<p><b>PUESTO DE TRABAJO:</b></p>	<p>Ayudante de molinería</p>
<p><b>ENTRADA DEL PROCESO:</b></p>	<p>HARINA</p>
<p><b>SALIDA DEL PROCESO:</b></p>	<p>HARINA</p>
<p><b>EQUIPOS:</b></p>	<p>NA</p>
<p><b>FUENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor</li> <li>• Caja reductora de velocidad</li> </ul>	
<p><b>Observaciones:</b></p>	
<p><b>Realizado por:</b></p>	<p>Jairo Sánchez</p>



**Tabla 17** Fuente de vibraciones en el Molino de Martillo.

<p><b>MOLINOS MIRAFLORES</b></p>	
<p><b>ACTIVIDADES DE MOLINERO</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación y entrada de la materia prima.</li> <li>• Control de la salida de producto.</li> <li>• Control del flujo del producto</li> </ul>	
<p align="center"><b>Descripción de Fuente de Vibración</b></p>	
<p><b>MAQUINARIA:</b></p>	<p><b>MOLINO DE MARTILLO</b></p>
<p><b>MODELO:</b></p>	
<p><b>AREA:</b></p>	<p>Molienda</p>
<p><b>PUESTO DE TRABAJO:</b></p>	<p>Ayudante de molinería</p>
<p><b>ENTRADA DEL PROCESO:</b></p>	<p>HARINA</p>
<p><b>SALIDA DEL PROCESO:</b></p>	<p>HARINA</p>
<p><b>EQUIPOS:</b></p>	
<p><b>FUENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor</li> <li>• Caja reductora de velocidad</li> </ul>	
<p><b>Observaciones:</b></p>	
<p><b>Realizado por:</b></p>	<p>Jairo Sánchez</p>

### 2.2.5. Vibración transmitida a cuerpo entero

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 2631 consta de dos partes fundamentales en la forma en que se evalúan las vibraciones transmitidas a cuerpo entero. La norma se aplicó mediante fórmulas, requisitos y valores límites para seguridad del personal en la etapa de Molienda de la empresa Molinos Miraflores.[8]

En norma NTE INEN-ISO 2631-1 se indican requisitos generales y el método de cuantificación de la vibración en todo el cuerpo para relacionar con:

- Salud humana
- Probabilidad de recepción de la vibración
- Incidencia del mareo

### **2.2.5.1. Evaluación de la exposición diaria que se trasmite al cuerpo entero con varias fuentes de vibración**

Según la norma NTE INEN-ISO 2631 el cálculo del valor diario con exposición en el trabajador de Molinos Miraflores se expresa como una aceleración continua en el periodo de 8 horas  $A(8)$ , la misma que se designa para calcular la dosis de vibración más alta (VDV). [8]

Las aceleraciones de cada eje ortogonal del personal se determinan por  $(1.4 a_{wx}, 1.4 a_{wy}, a_{wz})$  aplicado para el trabajador sentado o de pie, las ecuaciones autorizadas por la norma NTE INEN-ISO 2631 se expresan como:

$$A_x(8) = 1,4a_{wx}\sqrt{\frac{T_{exp}}{T_o}} \quad (5)$$

$$A_y(8) = 1,4a_{wy}\sqrt{\frac{T_{exp}}{T_o}} \quad (6)$$

$$A_z(8) = a_{wz}\sqrt{\frac{T_{exp}}{T_o}} \quad (7)$$

Dónde:

$A(8)$  = Valor de aceleración a exposición vibracional diaria en  $m/s^2$ .

$a_w$  = Aceleraciones en función de la frecuencia para los ejes ortogonales en  $m/s^2$ .

$T_{exp}$  = Tiempo de exposición a vibraciones durante todo el día.

$T_o$  = Tiempo de referencia 8h (28800 segundos).

### 2.2.5.2. Valores límites de la exposición a vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero

**Tabla 18** Valores límites de exposición a vibraciones transmitidas al cuerpo entero

Ejes ortogonales	Valor de la exposición ante una acción	Valor límite de exposición
Vibraciones en sistema Cuerpo entero	0,5 m/s <sup>2</sup>	1,15 m/s <sup>2</sup>

Con la evaluación del Operario se determinó el valor global de aceleración en cada eje y se procedió a elegir el valor máximo entre cada eje, el mismo se compara con los valores límites y los valores que dan lugar dan una acción.[8]

Situaciones para valorar cualitativamente las acciones que se deberían tomar con respecto a la exposición del Operario.

- Situación aceptable
- Situación de riesgo
- Situación intolerable

### 2.2.5.3. Programación del equipo para evaluar la vibración a cuerpo entero

1.-Anclar el sensor de vibración a cuerpo entero (plato)



**Figura 10** Anclaje de sensor de vibración para cuerpo entero.



2.- Encender el equipo y verificar sus especificaciones con la fecha actual.



**Figura 11** Verificación de especificaciones del equipo con su sensor.

3.- Presionar el pulsador de selección por 3 segundos para ingresar en el menú principal.



**Figura 12** Indicaciones para ingresar al menú del equipo de medición con el sensor.

4.- Seleccionar la opción de Sistema y verificar el sensor para evaluar a cuerpo entero.



**Figura 13** Verificación del sensor correcto para la evaluación a cuerpo entero.

5.- Volver al menú y en la opción Registro nombrar cada medición que se realice al operario.



**Figura 14** Registro correcto de cada medición al operario a cuerpo entero.

6.- En la opción Muestra detallar el tiempo de 3 minutos requeridos en la norma para evaluar la vibración.



**Figura 15** Verificación de la muestra para evaluación del operario.

7.- Ubicar el equipo en una zona segura al Operario



**Figura 16** Correcta ubicación del equipo con el sensor hacia el operario.

8.- Posteriormente pulsar en la opción Iniciar para que el equipo empiece a registrar datos



**Figura 17** Inicio de la medición con el registro de datos.

9.- Verificar cada medición en la Pantalla en la opción M y en número de muestras en la opción R.



**Figura 18** Registro de mediciones y muestras en el equipo.

#### **2.2.5.4 Ubicación de la medición**

Las vibraciones se evaluarán en todo el cuerpo del trabajador y se tomará en cuenta ciertos aspectos como:

- El transductor se ubicará en una interfaz entre la fuente de vibración y el cuerpo humano.
- La medición de la vibración debe realizarse en todos sus ejes: x (espalda-pecho), y (hombro-hombro) y z (pies-cabeza).
- El equipo se lo ubicará con relación a los ejes especificados en el mismo con los ejes del Operario.
- En la posición de pie el operador ubicará el metatarso sobre el sensor de vibración para cuerpo entero (plato).
- En la posición sentado se ubicará el plato en el espaldar del asiento y en metatarso del Operario

#### **2.2.5.5 Duración de la medición**

Según la norma NTE INEN-ISO 2631 se indica que para actividades se debe considerar estos dos aspectos:

- Las medidas para evaluar las vibraciones transmitidas al cuerpo entero tendrán una duración mínima de 3 minutos.
- Se realizará un número equivalente a 3 mediciones a lo largo del día. [9]

#### **2.2.6 Vibración transmitida al sistema mano-brazo**

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 5349 que consta de dos partes la cuales pretenden determinar un método de evaluación de las vibraciones con exposición al sistema mano-brazo. [8]

En norma NTE INEN-ISO 5349-1 Se establece factores y métodos de cuantificación de la vibración transmitida por la mano para relacionar con:

- Espectro de las vibraciones
- Dimensión de las vibraciones

- Cantidad de la exposición durante el día de trabajo
- Exposición persistente

### 2.2.6.1 Evaluación de la exposición diaria transmitida a mano-brazo con varias fuentes de vibración

Según la norma NTE INEN-ISO 5349 el cálculo del valor diario con exposición a sistema mano-brazo en el trabajador de Molinos Miraflores se define expresa como una aceleración continua en el periodo de 8 hrs A(8). [8]

La aceleración se expresa como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de cada uno de los valores de aceleración ponderada en frecuencia eficaces, los ejes ortogonales del personal se determinan por las ( $a_{hwx}$ ,  $a_{hwy}$ ,  $a_{hwz}$ ) aplicado para el trabajador, las ecuaciones autorizadas por la norma NTE INEN-ISO 5349 se expresan como: [8]

$$a_{hv} = \sqrt{(a_{hwx})^2 + (a_{hwy})^2 + (a_{hwz})^2} \quad (8)$$

Dónde:

$a_{hv}$  = Valor total de aceleración eficaz de vibración en m/s<sup>2</sup>.

$a_{hwx}$  = Valor efectivo de la aceleración de vibraciones de la mano para el eje x en m/s<sup>2</sup>

$a_{hwy}$  = Valor efectivo de la aceleración de vibraciones de la mano para para el eje y en m/s<sup>2</sup>.

$a_{hwz}$  = Valor efectivo de la aceleración de vibraciones de la mano para o para el eje z en m/s<sup>2</sup>.

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad (9)$$

Dónde:

A(8) = Valor de aceleración a exposición vibracional diaria en m/s<sup>2</sup>.

$a_{hv}$  = Valor total de aceleración efectiva de las vibraciones se encuentra en  $m/s^2$ .

$T$  = Exposición a vibraciones durante todo el día.

$T_0$  = Tiempo de referencia de 8 hrs (28800 segundos).

### 2.2.6.2 Valores límites de la exposición a vibraciones mecánicas transmitidas al sistema mano-brazo

**Tabla 19** Valores límites de exposición a vibraciones transmitidas al cuerpo entero.

Ejes ortogonales	Valor de la exposición ante la acción	Valor límite de exposición
Vibraciones en mano-brazo	2,5 $m/s^2$	5 $m/s^2$

Con la evaluación del Operario se determinará el valor global de aceleración de todos los ejes y se procederá a comparar con los valores límites y los valores que provocan una acción.

Situaciones para valorar cualitativamente las acciones que se deberán tomar con respecto a la exposición del Operario.

- Situación aceptable
- Situación de riesgo
- Situación intolerable

Coordenadas de medición de la vibración

### 2.2.6.3 Programación del equipo para evaluar la vibración a cuerpo entero

1.-Anclar el sensor de vibración de sistema mano-brazo.



**Figura 19** Anclaje del sensor de vibración para sistema mano brazo.

2.- Encender el equipo y verificar sus especificaciones con la fecha actual.



**Figura 20** Verificación de especificaciones del equipo con el sensor.

3.- Presionar el pulsador de selección por 3 segundos para ingresar en el menú principal.



**Figura 21** Indicaciones para ingresar al menú del equipo de medición.

4.- Seleccionar la opción de Sistema y verificar el sensor para evaluar a mano-brazo.



**Figura 22** Verificación del sensor correcto para la evaluación.

5.- Volver al menú y en la opción Registro nombrar cada medición que se realice al operario.



**Figura 23** Registro correcto de cada medición al operario en sistema mano brazo.

6.- En la opción Muestra detallar el tiempo de 1 minuto por medición requerido en la norma para evaluar la vibración.





**Figura 24** Verificación de la muestra para evaluación del operario.

7.- Ubicar el equipo en una zona segura al Operario



**Figura 25** Correcta ubicación de equipo con el sensor hacia el operario.

8.- Posteriormente pulsar en la opción Iniciar para que el equipo empiece a registrar datos



**Figura 26** Inicio de la medición con el registro de datos.

9.- Verificar cada medición en la Pantalla en la opción M y en número de muestras en la opción R.



**Figura 27** Registro de mediciones y muestras en el equipo.

#### **2.2.6.4 Ubicación de la medición**

Las vibraciones se evaluarán en la mano del trabajador y se tomara en cuenta ciertos aspectos como:

- El transductor se ubicará en una interfaz entre la fuente de vibración y el cuerpo humano.
- La medición de la vibración debe realizarse en todos sus ejes: z (es la dirección longitudinal del tercer hueso metacarpiano), y (dirección perpendicular al dedo pulgar) y x (es la dirección dorso-palma).
- El equipo se lo ubicara con relación a los ejes especificados en el mismo con los ejes de la mano del Operario.

#### **2.2.6.5 Duración de la medición**

La norma NTE INEN-ISO 5349 indica que para actividades se debe considera estos dos aspectos:

- Las medidas para evaluar las vibraciones a mano-brazo deberán tener una duración mínima de 1 minutos.
- Se realizará un numero equivalente a 3 mediciones a lo largo del día.

### **2.2.7. Tiempo de exposición a vibraciones mecánicas**

Se elaboro una tabla con las actividades que realiza cada operario en donde se obtuvo datos para el tiempo en que se ejecuta cada actividad, posteriormente el resultado del tiempo total al que el trabajador está expuesto. De igual manera se logró identificar el tipo de vibración al que el operario expuesto en cada actividad.

Los tipos de vibraciones para mejor comprensión se han abreviado de la siguiente manera: CE: cuerpo entero, MB: mano brazo.[10]

**Tabla 20** Tiempo de exposición y tipo de vibración transmitida

<b>Operario de máquinas y equipos</b>	<b>Actividad ejecutada por el operario</b>	<b>Tiempo por exposición en las actividades (Minutos)</b>	<b>Tiempo por exposición general (Minutos)</b>	<b>Tipos de vibración</b>
<b>Molinero</b>	Regulación de bancos en el arranque de producción	90	450	CE-MB
	Revisión de cortinas de los bancos	20		CE
	Revisión de mangas del Plansifter	20		CE
	Revisión de Esclusas	20		CE
	Revisión de Cepilladoras y Purificadores	20		CE
	Limpieza de maquinaria	60		CE-MB
	Inspección de las máquinas en el cuarto de control.	180		CE-MB
	Revisión de blowers	20		CE
	Control de balanzas	20		CE
<b>Ayudante de Molinería</b>	Acondicionamiento de la materia prima en el cuarto de control	180	450	CE-MB
	Revisión de Humectadora de la materia prima	30		CE
	Control de silos de materia prima	30		CE
	Control de los silos de reposo	30		CE
	Limpieza de piso	120		CE-MB
	Cuarto	60		CE-MB
<b>Recepcionista</b>	Elaboración de aditivos para el producto	180	440	CE-MB
	Alimentación de dosificadores con aditivos	40		CE-MB
	Control de la cantidad del aditivo añadido por segundo	40		CE
	Limpieza de piso	120		CE-MB

	Cuarto de control	60		CE-MB
--	-------------------	----	--	-------

### 2.2.8. Técnicas para recopilar la información

Para el avance del proyecto se obtendrá información de libros normas ecuatorianas, artículos científicos y proyectos previos a la obtención de Título de Ingeniero Mecánico de sobre el índice de riesgos provocados en trabajadores de la empresa los mismo que tendrán como resultado fichas para disminuir riegos en las actividades realizadas por molinero, ayudante de molinería y recepcionista. [11]

- Entrevista: la presente estará dirigido al personal del área de molienda en donde se encuentran:
  - Molineros
  - Ayudantes de Molinería
  - Recepcionistas

En las diferentes áreas se visualizó la concurrencia del personal ejecutando actividades que contemplan a recepción de materia prima, revisión del estado de la maquinaria, regulación de bancos de molienda, control de flujo de la materia prima, inclusión de aditivos y supervisión de empaquetamiento de productos y subproductos.

El área de molienda será fuente de estudio para desarrollar el presente proyecto ya que existe una incidencia de las vibraciones.[12]

Para recolección de información se elaboró una tabla matriz con los siguientes ítems:

- Actividad realizada por el Operario
- Tiempo de ejecución de la actividad
- Tiempo de exposición general
- Tipo de vibración a la que se expone el Operario

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados Obtenidos

Para el análisis de resultados de las evaluaciones de vibraciones para cuerpo entero y mano brazo se clasificó la información obtenida en los puestos de trabajo y las actividades que implican un elevado nivel de riesgo para la salud del trabajador.

##### 3.1.1. Análisis de los Resultados de la encuesta aplicada al personal operativo de la empresa Molinos Miraflores S.A.

1. ¿Considera que en su puesto de trabajo las vibraciones representan un riesgo para su salud?



**Figura 28** Representación de la pregunta 1 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.

#### Análisis

Los 3 operarios de la jornada laboral en la empresa Molinos Miraflores S.A. afirman que las vibraciones representan un riesgo para la salud.

2. ¿La empresa ha realizado evaluaciones de la exposición al riesgo por vibraciones de los puestos de trabajo?

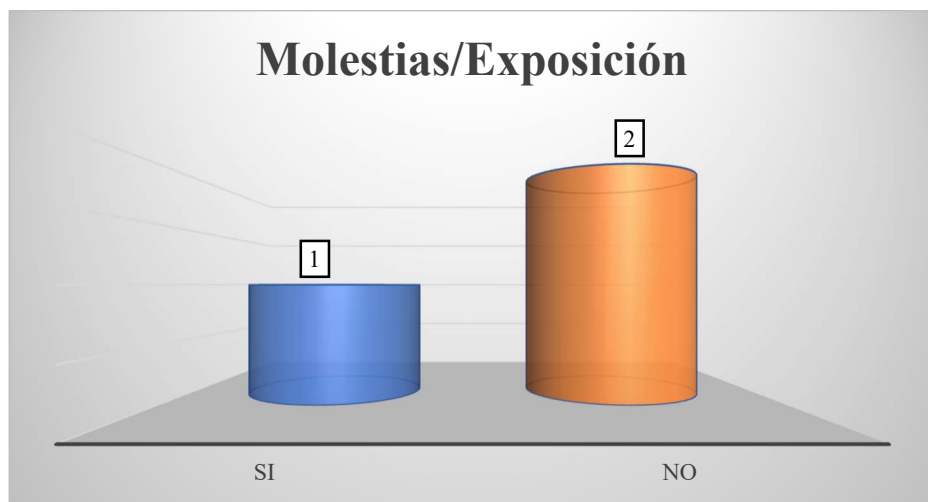


**Figura 29** Representación de la pregunta 2 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.

### Análisis

Los 3 operarios de la jornada laboral afirman que la empresa Molinos Miraflores S.A. ha realizado evaluación de las vibraciones.

3. ¿En la jornada laboral de trabajo ha sentido usted algún malestar por exposición a las vibraciones?

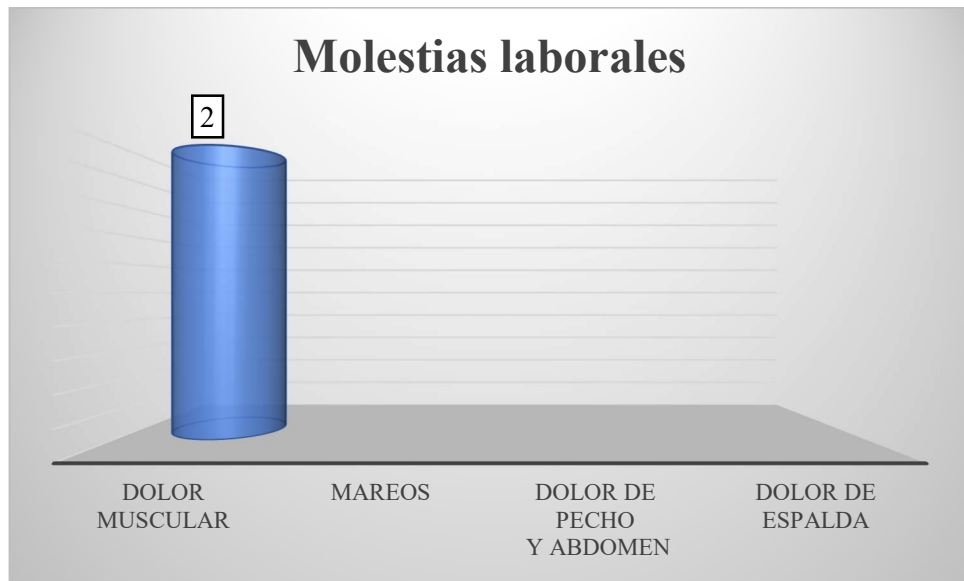


**Figura 30** Representación de la pregunta 3 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.

### Análisis

Un operario de la jornada laboral niega se presenta algún malestar por exposición, mientras que dos operarios afirman tener malestar por exposición de las vibraciones en la empresa Molinos Miraflores S.A.

4. ¿Cuáles son los malestares que ha sufrido en su jornada laboral y cuales considera que son más recurrentes?



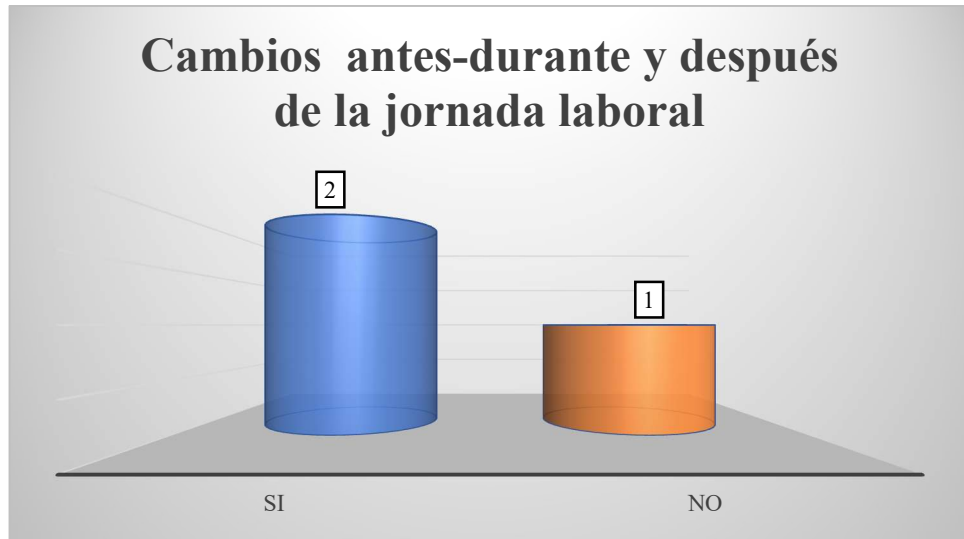
**Figura 31** Representación de la pregunta 4 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.

### Análisis

Dos operarios de la jornada laboral presentan dolores musculares por exposición de las vibraciones en la empresa Molinos Miraflores S.A.

5. ¿Usted siente cambios en su cuerpo antes, durante y después de la jornada laboral?





**Figura 32** Representación de la pregunta 5 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.

#### Análisis

Dos operarios de la jornada laboral presentan dolores musculares por exposición de las vibraciones en la empresa Molinos Miraflores S.A.

6. ¿La empresa le ha facilitado con equipos de protección para exposición a las vibraciones?

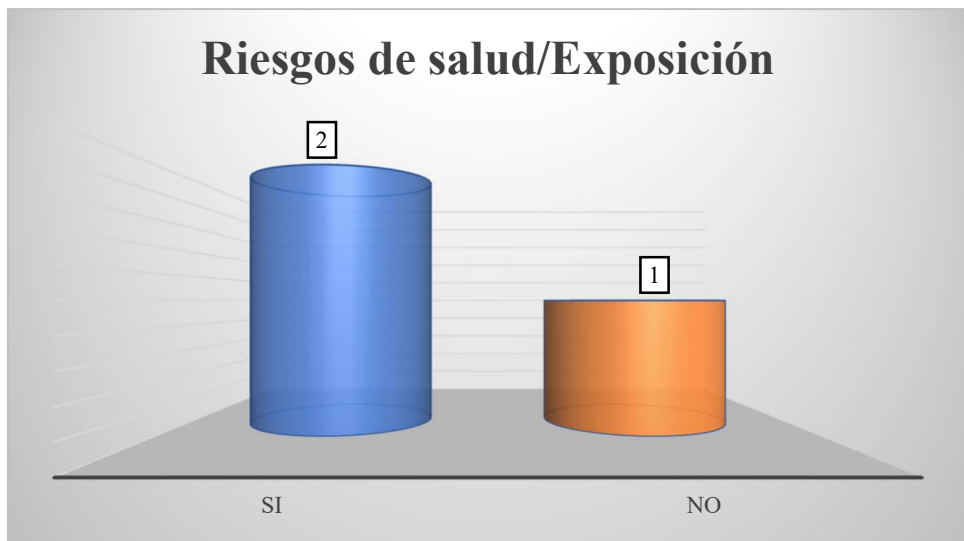


**Figura 33** Representación de la pregunta 6 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.

### Análisis

Dos operarios de la jornada laboral afirman a ver recibido los equipos de protección, mientras que un operario niega a ver recibido los equipos de protección para exposición de las vibraciones en la empresa Molinos Miraflores S.A.

7. ¿Conoce usted los riesgos para la salud al estar expuestos a las vibraciones mecánicas?



**Figura 34** Representación de la pregunta 7 en base a las condiciones laborales de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.

### Análisis

Dos operarios de la jornada laboral afirman conocer sobre los riesgos que provocan la exposición a vibraciones, mientras que un operario niega conocer sobre los riesgos que provocan la exposición a vibraciones en la empresa Molinos Miraflores S.A.

El valor de las aceleraciones ponderadas se usó para el cálculo de ( $A_x$ ,  $A_y$  y  $A_z$ ) con su respectiva unidad  $m/s^2$  se obtuvo bajo estas direcciones. La exposición a la vibración mecánica se transmitió al cuerpo entero de manera uniforme en sus tres ejes ortogonales obteniendo como resultado el valor de  $A(8)$  mayor con su unidad en  $m/s^2$ , como se muestra en la tabla 21.

### 3.1.2. Resultado de la medición de vibraciones transmitidas a cuerpo entero

**Tabla 21** Mediciones de las vibraciones mecánicas a cuerpo entero

Mediciones de las vibraciones mecánicas a cuerpo entero												
Operario de máquinas y equipos	Actividad ejecutada por el operario	N° de mediciones	Ejes Ortogonales									
			Cuerpo entero			Cálculo de A(8)						
			Eje x (m/s <sup>2</sup> )	Eje y (m/s <sup>2</sup> )	Eje z (m/s <sup>2</sup> )	Texp (h)	Axa	Aya	Aza	Ax (8)	Ay (8)	Az (8)
Molinerero	Regulación de bancos en el arranque de producción	1	0,19	0,13	0,57	1,50	0,12	0,08	0,25	0,79	0,57	0,52
	Revisión de cortinas de los bancos	1	0,17	0,11	0,33	0,33	0,05	0,03	0,07			
	Revisión de mangas del Plansifter	1	0,09	0,27	0,48	0,33	0,03	0,08	0,10			
	Revisión de Esclusas	1	0,07	0,07	0,41	0,33	0,02	0,02	0,08			
	Revisión de Cepilladoras y Purificadores	1	0,07	0,07	0,33	0,33	0,02	0,02	0,07			
	Limpieza de maquinaria	1	0,21	0,26	0,34	1,00	0,10	0,13	0,12			
	Inspección de las máquinas en el cuarto de control.	1	0,90	0,60	0,38	3,00	0,77	0,51	0,23			
	Revisión de blowers	1	0,07	0,24	0,19	0,33	0,02	0,07	0,04			

	Control de balanzas	1	0,13	0,60	1,69	<b>0,33</b>	<b>0,04</b>	<b>0,17</b>	<b>0,34</b>			
Ayudante de Molinería	Acondicionamiento de la materia prima en el cuarto de control	1	0,56	0,70	0,52	<b>3,00</b>	<b>0,48</b>	<b>0,60</b>	<b>0,32</b>	<b>0,90</b>	<b>0,86</b>	<b>0,41</b>
	Revisión de Humectadora de la materia prima	1	1,77	1,19	0,61	<b>0,50</b>	<b>0,62</b>	<b>0,42</b>	<b>0,15</b>			
	Control de silos de materia prima	1	0,10	0,10	0,35	<b>0,50</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,09</b>			
	Control de los silos de reposo	1	0,10	0,10	0,25	<b>0,50</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>			
	Limpieza de piso	1	0,44	0,37	0,26	<b>2,00</b>	<b>0,31</b>	<b>0,26</b>	<b>0,13</b>			
	Inspección de las máquinas en el cuarto de control.	1	0,62	0,76	0,35	<b>1,00</b>	<b>0,31</b>	<b>0,38</b>	<b>0,12</b>			
Recepcionista	Elaboración de aditivos para el producto	1	0,12	0,15	0,28	<b>3,00</b>	<b>0,10</b>	<b>0,13</b>	<b>0,17</b>	<b>0,16</b>	<b>0,20</b>	<b>0,29</b>
	Alimentación de dosificadores con aditivos	1	0,13	0,24	0,19	<b>0,66</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>			
	Control de la cantidad del aditivo añadido por segundo	1	0,08	0,08	0,21	<b>0,66</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,06</b>			
	Limpieza de piso	1	0,14	0,14	0,41	<b>2,00</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,21</b>			
	Inspección de las máquinas en el cuarto de control.	1	0,09	0,09	0,19	<b>1,00</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,07</b>			

El valor de las aceleraciones ponderadas se usó para el cálculo de la aceleración eficaz (ahv) con su respectiva unidad  $m/s^2$  se obtuvo bajo estas direcciones. La exposición a la vibración mecánica se transmitió a mano-brazo de manera uniforme en sus tres ejes ortogonales obteniendo como resultado valores de A(8) con su unidad en  $m/s^2$ , como se muestra en la tabla 22.

### 3.1.3. Resultado de la medición de vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo

**Tabla 22** Mediciones de las vibraciones mecánicas mano-brazo

Mediciones de las vibraciones mecánicas mano-brazo									
Operario de máquinas y equipos	Actividad ejecutada por el operario	N° de mediciones	Ejes Ortogonales			Cálculo de A (8)			
			Mano - Brazo			Texp (h)	Ahw MD	Av(8) MD	A (8) MD
			Eje x ( $m/s^2$ )	Eje y ( $m/s^2$ )	Eje z ( $m/s^2$ )				
Molinero	Regulación de bancos en el arranque de producción	1	2,83	4,25	1,36	1	3,63	1,28	3,46
		2	1,98	1,27	1,21				
		3	2,70	1,36	1,28				
		<b>x</b>	<b>2,50</b>	<b>2,29</b>	<b>1,28</b>				
	Limpieza de maquinaria	1	5,56	6,64	3,27	1	6,05	2,14	
		2	3,26	2,32	1,34				
		3	3,71	2,71	1,43				
		<b>x</b>	<b>4,18</b>	<b>3,89</b>	<b>2,01</b>				
	Inspección de las máquinas en el cuarto de control.	1	2,79	2,22	1,66	3	3,90	2,39	
		2	3,41	1,87	1,70				
		3	2,71	1,68	1,58				
		<b>x</b>	<b>2,97</b>	<b>1,92</b>	<b>1,65</b>				
Ayudante de Molinería	Acondicionamiento de la materia prima en el cuarto de control	1	2,71	1,68	1,58	3	4,15	2,54	
		2	2,84	1,81	1,63				
		3	3,56	1,83	3,38				

	Limpieza de piso	x	<b>3,04</b>	<b>1,77</b>	<b>2,20</b>	<b>2</b>	<b>4,06</b>	<b>2,03</b>	
		1	2,40	1,56	1,46				
		2	2,69	1,72	2,47				
		3	3,05	1,60	3,69				
	x	<b>2,71</b>	<b>1,63</b>	<b>2,54</b>	<b>1</b>	<b>2,83</b>	<b>1,00</b>		
	1	2,15	1,38	1,30					
	2	2,10	1,36	1,28					
	3	2,10	1,36	1,28					
x	<b>2,12</b>	<b>1,37</b>	<b>1,29</b>	<b>3</b>	<b>4,38</b>	<b>2,68</b>			
1	3,06	2,67	2,85						
2	3,69	1,78	1,70						
3	3,00	1,80	1,67						
x	<b>3,25</b>	<b>2,08</b>	<b>2,07</b>	<b>2</b>	<b>4,51</b>	<b>2,25</b>			
1	2,79	1,52	1,52						
2	4,36	1,88	1,62						
3	4,36	1,88	1,62						
x	<b>3,84</b>	<b>1,76</b>	<b>1,59</b>	<b>1</b>	<b>2,76</b>	<b>0,97</b>			
1	2,00	1,56	1,19						
2	2,03	1,29	1,24						
3	2,05	1,34	1,29						
x	<b>2,03</b>	<b>1,40</b>	<b>1,24</b>						
<b>Recepcionista</b>	Elaboración de aditivos para el producto	1	3,06	2,67	2,85	<b>3</b>	<b>4,38</b>	<b>2,68</b>	<b>3,64</b>
		2	3,69	1,78	1,70				
		3	3,00	1,80	1,67				
		x	<b>3,25</b>	<b>2,08</b>	<b>2,07</b>				
	Limpieza de piso	1	2,79	1,52	1,52	<b>2</b>	<b>4,51</b>	<b>2,25</b>	
		2	4,36	1,88	1,62				
		3	4,36	1,88	1,62				
		x	<b>3,84</b>	<b>1,76</b>	<b>1,59</b>				
	Inspección de las máquinas en el cuarto de control.	1	2,00	1,56	1,19	<b>1</b>	<b>2,76</b>	<b>0,97</b>	
		2	2,03	1,29	1,24				
		3	2,05	1,34	1,29				
		x	<b>2,03</b>	<b>1,40</b>	<b>1,24</b>				

### 3.1.4. Análisis de Resultados VCE: Molinero

**Tabla 23** Valor diario de exposición del Molinero VCE.

Mediciones de las vibraciones mecánicas a cuerpo entero						
Operario	Ejes Ortogonales					
	Cuerpo entero					
	Magnitud (m/s <sup>2</sup> )					
	Ax (8) (m/s <sup>2</sup> )	Ay (8) (m/s <sup>2</sup> )	Az (8) (m/s <sup>2</sup> )	Situación	Valor	Valoración
Molinero	0,79	0,57	0,52	Valor-acción	0,79	Molestias medias

Mediante el análisis de sus 9 actividades vs el valor que da lugar a una acción en la tabla 3.7, se identifica que el Molinero presenta situaciones de riesgo ya que el valor calculado se encuentra por encima del valor de acción según la NTP INEN-ISO 2631.

### 3.1.5. Análisis de Resultados VCE: Ayudante de molinería

**Tabla 24** Valor diario de exposición del ayudante de molinería en VCE.

Mediciones de las vibraciones mecánicas a cuerpo entero						
Operario	Ejes Ortogonales					
	Cuerpo entero					
	Magnitud (m/s <sup>2</sup> )					
	Ax (8) (m/s <sup>2</sup> )	Ay (8) (m/s <sup>2</sup> )	Az (8) (m/s <sup>2</sup> )	Situación	Dosis	Valoración
Ayudante de Molinería	0,90	0,86	0,41	Situación de riesgo	0,90	Molestias medias

Mediante el análisis de sus 6 actividades vs el valor que da lugar a una acción en la tabla 3.7, se identifica que el Ayudante presenta situaciones de riesgo ya que el valor calculado se encuentra por encima del valor de acción según la NTP INEN-ISO 2631.

### 3.1.6. Análisis de Resultados VCE: Recepcionista

**Tabla 25** Valor diario de exposición del Recepcionista en VCE.

Mediciones de las vibraciones mecánicas a cuerpo entero						
Operario	Ejes Ortogonales					
	Cuerpo entero					
	Magnitud (m/s <sup>2</sup> )					
	Ax (8) (m/s <sup>2</sup> )	Ay (8) (m/s <sup>2</sup> )	Az (8) (m/s <sup>2</sup> )	Situación	Dosis	Valoración
Recepcionista	0,16	0,20	0,29	Situación aceptable	0,25	Satisfactorio

Por medio del análisis de sus 5 actividades vs el valor que da lugar a una acción en la tabla 3.7, se identifica que el Recepcionista presenta situaciones de riesgo ya que el valor calculado se encuentra por encima del valor de acción según la NTP INEN-ISO 2631.

### 3.1.7. Análisis de Resultados VMB: Molinero

**Tabla 26** Valor diario de exposición del Molinero en VMB.

Mediciones de las vibraciones mecánicas a mano brazo			
Operario de máquinas y equipos	Ejes Ortogonales		
	Mano-Brazo	Situación	Valoración
	A (8) (m/s <sup>2</sup> )		
Molinero	3,46	Situación de riesgo	Molestias medias

Por medio del análisis de sus 3 actividades vs el valor que da lugar a una acción en la tabla 3.7, se identifica que el Molinero presenta situaciones de riesgo ya que el valor calculado se encuentra por encima del valor de acción según la NTP INEN-ISO 5349.



### 3.1.8. Análisis de Resultados VMB: Ayudante de molinería

**Tabla 27** Valor diario de exposición del ayudante de molinería en VMB.

<b>Mediciones de las vibraciones mecánicas a mano brazo</b>			
<b>Operario de máquinas y equipos</b>	<b>Ejes Ortogonales</b>		
	<b>Mano-Brazo</b>	<b>Situación</b>	<b>Valoración</b>
	<b>A (8) (m/s<sup>2</sup>)</b>		
Ayudante de Molinería	3,40	Situación de riesgo	Molestias medias

Por medio del análisis de sus 3 actividades vs el valor que da lugar a una acción en la tabla 3.7, se identifica que el Ayudante de molinería presenta situaciones de riesgo ya que el valor calculado se encuentra por encima del valor de acción según la NTP INEN-ISO 5349.

### 3.1.9. Análisis de Resultados VMB: Recepcionista

**Tabla 28** Valor diario de exposición del Recepcionista en VCE.

<b>Mediciones de las vibraciones mecánicas a mano brazo</b>			
<b>Operario de máquinas y equipos</b>	<b>Ejes Ortogonales</b>		
	<b>Mano-Brazo</b>	<b>Situación</b>	<b>Valoración</b>
	<b>A (8) (m/s<sup>2</sup>)</b>		
Recepcionista	3,64	Situación de riesgo	Molestias medias

Por medio del análisis de sus 3 actividades vs el valor que da lugar a una acción en la tabla 3.7, se identifica que el Recepcionista presenta situaciones de riesgo ya que el valor calculado se encuentra por encima del valor de acción según la NTP INEN-ISO 5349.


Se ha diseñado el procedimiento de control de riesgos mecánicos por vibraciones en el cual se detallan el objetivo, alcance, responsables, definiciones, diagrama del procedimiento, descripción del procedimiento, el marco legal y los documentos utilizados, con la finalidad de estandarizar los procesos y que cualquier persona encargada de la seguridad y salud de la empresa realice un adecuado control de riesgo por vibraciones mecánicas.


La Guía Técnica Colombiana 45 (GTC 45) es una herramienta fundamental en el ámbito de la gestión de riesgos laborales. Se aplica por razones que contribuyen al bienestar de los trabajadores y al adecuado funcionamiento de las organizaciones. A continuación, se presentan algunos indicadores clave para el uso de la GTC 45:

- **Cumplimiento normativo:** La GTC 45 está alineada con las normativas colombianas en materia de seguridad y salud en el trabajo. Su aplicación garantiza el cumplimiento de las obligaciones legales establecidas en la legislación vigente, promoviendo así entornos laborales seguros y saludables.
- **Prevención de riesgos laborales:** La GTC 45 se centra en la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales. Su implementación permite anticiparse a posibles accidentes o enfermedades ocupacionales, contribuyendo a la prevención de situaciones que puedan afectar la integridad física y mental de los trabajadores.
- **Mejora continua:** La metodología de la GTC 45 se basa en el ciclo de mejora continua, lo que implica la revisión constante de los procesos y la implementación de acciones correctivas y preventivas. Esta aproximación facilita la adaptación a cambios en el entorno laboral y asegura la sostenibilidad de un sistema eficiente de gestión de riesgos.
- **Productividad y eficiencia:** Al gestionar de manera efectiva los riesgos laborales, las organizaciones pueden mantener operaciones más seguras y eficientes.

La GTC 45 se elabora como modelo debido a su enfoque integral en la gestión de riesgos laborales, su adaptabilidad, su alineación con normativas internacionales y su enfoque preventivo en la seguridad y salud ocupacional.

### 3.2 PLAN DE CONTROL DE RIESGOS MECÁNICOS EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES

	PLAN DE CONTROL DE RIESGOS MECÁNICOS	<b>CODIGO</b>	MIF-PCM-CRM-01
		VERSION	00
		PAGUINA	1 de 8
		FECHA	7/1/2024
<b>PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE RIESGOS MECÁNICOS</b>			
<b>1. Objetivo</b> Determinar los parámetros para un procedimiento de control en el análisis de riesgos mecánicos que se aplique en la evaluación de vibraciones a los que el trabajador se expone.			
<b>2. Alcance</b> Aplicable para el análisis de vibraciones que generan las máquinas en la planta de producción en trabajadores de la empresa			
<b>3. Responsables</b> Gerente de la empresa, departamento de talento humano, responsable de prevención de riesgos laborales.			
<b>4. Definiciones</b>  <b>Accidente de trabajo:</b> Acción que se produce en el trabajador una lesión orgánica durante la ejecución de una labor dentro y fuera de las horas de trabajo. <b>Actividad rutinaria:</b> Actividad planificada y estandarizada que pertenece al proceso de la organización. <b>Actividad no rutinaria:</b> Se refiere a una actividad que no está planificada ni estandarizada y forma parte del proceso de organización. <b>Análisis de riesgo:</b> Proceso para el estudio de la naturaleza del riesgo. <b>Consecuencia:</b> Resultados expresados cualitativa o cuantitativamente en términos de una lesión o enfermedad. <b>Competencia:</b> Aplicación de conocimientos y habilidades personales. <b>Elemento de Protección Personal (EPP):</b> Elemento que sirve como impedimento entre el peligro y la una parte del cuerpo humano.			

	PLAN DE CONTROL DE RIESGOS MECÁNICOS	DE DE	<b>CODIGO</b>	MIF-PCM-CRM-01
			VERSION	00
			PAGUINA	2 de 8
			FECHA	7/1/2024
<p><b>Enfermedad:</b> Condición física que surge por medio de una actividad laboral en base a una situación relacionada al trabajo.</p> <p><b>Evaluación de riesgo:</b> es el proceso de determinar el nivel de riesgo en función de la relación entre el nivel de probabilidad y el nivel de consecuencia.</p> <p><b>Exposición:</b> Circunstancia en donde las personas están en presencia de riesgos.</p> <p><b>Identificación del peligro:</b> Proceso para detectar un peligro.</p> <p><b>Incidente:</b> Suceso relacionado con el trabajo donde se produjo una lesión o enfermedad.</p> <p><b>Lugar de trabajo:</b> Espacio físico en el que se ejecutan actividades del trabajo bajo control de la organización.</p> <p><b>Medidas de control:</b> Medidas implementadas con el objetivo de reducir la ocurrencia de incidentes.</p> <p><b>Nivel de consecuencia (NC):</b> Medidas de la severidad de las consecuencias.</p> <p><b>Nivel de deficiencia (ND):</b> Magnitud entre el conjunto de peligros detectados y posibles incidentes-eficacia de medidas preventivas existentes.</p> <p><b>Nivel de exposición (NE):</b> Posición de exposición al peligro durante un período específico de la jornada laboral.</p> <p><b>Nivel de probabilidad (NP):</b> Resultado de los niveles de exposición y deficiencia.</p> <p><b>Nivel de riesgo:</b> Es la magnitud del riesgo.</p> <p><b>Peligro:</b> Fuente de daño del trabajador por enfermedad o lesión.</p> <p><b>Riesgo aceptable:</b> Riesgo que se puede tolerar en la organización con respecto a sus deberes legales, así como a su política de seguridad y salud ocupacional.</p> <p><b>Valoración de riesgos:</b> proceso para evaluar el riesgo asociado con el peligro en el contexto de controles existentes.</p>				
<p style="text-align: center;"><b>5. Diagrama del procedimiento</b></p>				



PLAN DE CONTROL DE RIESGOS MECÁNICOS

CODIGO

MIF-PCM-CRM-01

VERSION

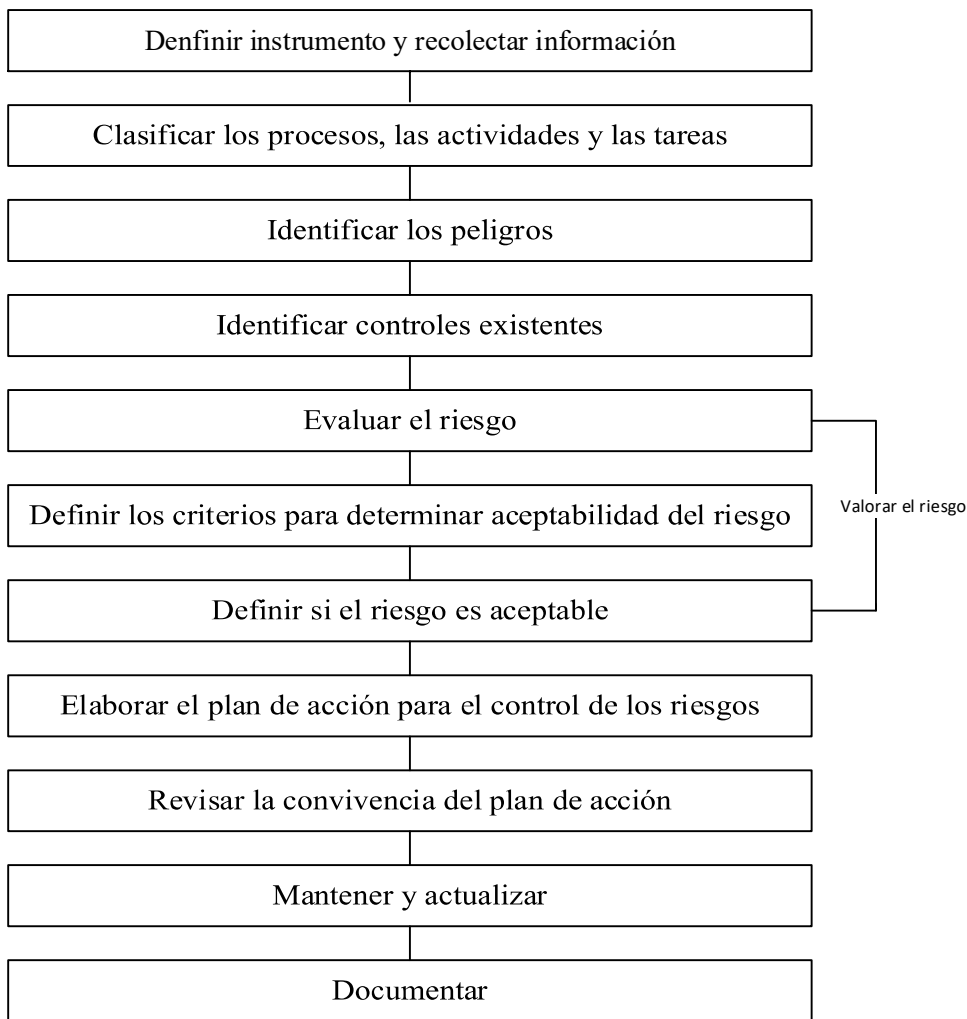
00


PAGUINA

3 de 8

FECHA

7/1/2024



	<b>PLAN DE CONTROL DE RIESGOS MECÁNICOS</b>	<b>CODIGO</b>	MIF-PCM-CRM-01
		<b>VERSION</b>	00
		<b>PAGUINA</b>	4 de 8
		<b>FECHA</b>	7/1/2024
<b>6. Descripción de procedimiento</b>			
<b>Secuencia de Etapas</b>		<b>Actividades</b>	
1. Identificación del riesgo mecánico.		1.1 Identificar el origen de la vibración para su evaluación. Guiarse en el ítem 1.1 del Anexo1 MIF-AEO-CEV-01. 1.2 Registro de información que corresponde al Proceso/puesto de trabajo, Máquina/equipo y Operación. Guiarse a través de la lista de verificación de los riesgos ítem 1.2 del Anexo 1 MIF-AEO-CEV-01.	
2. Evaluación del riesgo mecánico		2.1 Revisar los aspectos que expone la normativa NTP 839 para duración de la medida: Vibración cuerpo entero <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las medidas para evaluar las vibraciones de cuerpo entero se recomiendan realizar con una duración mínima de 3 minutos.</li> <li>• Realizar un numero equivalente a 3 mediciones a lo largo del día.</li> </ul> Vibración mano-brazo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las medidas para evaluar las vibraciones a mano-brazo deberán tener una duración mínima de 1 minutos.</li> <li>• Realizar un numero equivalente a 3 mediciones a lo largo del día.</li> </ul> 2.2 Estimación de las magnitudes de vibración con exposición a cuerpo entero y sistema mano barco con respecto al Ítem 2.1 del Anexo 1 MIF-AEO-CEV-01. Revisar que la información se encuentre documentada para identificar si los trabajadores son sensibles a riesgos mecánicos.	



PLAN DE RIESGOS MECÁNICOS	DE	CODIGO	MIF-PCM-CRM-01	
	DE		VERSION	00
			PAGUINA	5 de 8
			FECHA	7/1/2024

### 2.3 Evaluar el nivel de riesgo NR mediante

$$NR = NP \times NC$$

Para determinar el nivel de probabilidad se aplica:

$$NP = ND \times NE$$

Uso de la siguiente tabla para calcular el valor de ND

Tabla 1. Especificación del nivel de deficiencia

Nivel de deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativa(s) o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se Asigna Valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro (IV) Véase tabla 8.

Para determinar el valor de NE se podrá aplicar lo criterios siguientes:

Tablas 2. Determinación del nivel de exposición.

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Con los valores obtenidos se puede determinar el NP

Tabla 3. Especificación del nivel de probabilidad.

Niveles de Probabilidad		Nivel de Exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA - 40	MA - 30	A - 20	A - 10
	6	MA - 24	A - 18	A - 12	M - 6
	2	M - 8	M - 6	B - 4	B - 2



PLAN CONTROL RIESGOS MECÁNICOS	DE DE	<b>CODIGO</b>	MIF-PCM- CRM-01
		VERSION	00
		PAGUINA	6 de 8
		FECHA	7/1/2024

con los resultados mostrados en la Tabla 3. se interpreta el significado del NP

Tabla 4. Niveles de probabilidad y su significado.

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del Riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Por tanto, se determina del nivel de consecuencia por medio de la tabla 5

Tabla 5. Especificación del valor de consecuencia.

Nivel de Consecuencias	NC	Significado
		<b>Daños Personales</b>
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez)
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad

Con los resultados de las tablas 4 y 5 se obtiene el nivel de riesgo mediante la tabla 6 y se interpreta con respecto a la tabla 7.

Tabla 6. Especificación de los niveles de riesgo.

Nivel de riesgo NR = NP x NC		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	II 1200-600	II 480-360	II 240 / III 120
	25	I 1000-600	II 500 - 250	II 200-150	III 100- 50
	10	II 400-240	II 200 / III 100	III 80-60	III 40 / IV 20





<b>PLAN DE CONTROL DE RIESGOS MECÁNICOS</b>	<b>CODIGO</b>	MIF-PCM-CRM-01
	<b>VERSION</b>	00
	<b>PAGUINA</b>	7 de 8
	<b>FECHA</b>	7/1/2024

Tabla 7. Niveles de riesgo y su significado

Nivel de Riesgo y de intervención	Valor de NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 – 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato.
III	120 – 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

Por medio de la tabla 7 se interpreta las acciones que se deberán tomar para ante el valor de NR

3. Elaborar un plan de control de riesgos


3.1 Criterios para elaborar controles:

- Número de trabajadores
- Mayor consecuencia
- Marco legal

3.2 Determine si los controles actuales requieren un nuevo control por medio de:

- Eliminación
- Sustitución
- Controles de Ingeniería
- Controles administrativos
- Elementos de protección personal

Guiarse a través de la matriz de riesgos Anexo2

	PLAN DE CONTROL DE RIESGOS MECÁNICOS	CODIGO	MIF-PCM-CRM-01	
			VERSION	00
			PAGUINA	8 de 8
			FECHA	7/1/2024

## 1. Criterios para la selección, entrega, uso y control de EPP

### A) Selección de EPP

#### Por criterio técnico

- En el proceso de selección de EPP, se deben establecer las tolerancias admisibles para cada implemento de seguridad especificado para cada puesto de trabajo existente y según los riesgos asociados.
- Se deberán revisar las condiciones y/o características técnicas de los implementos de seguridad utilizando las Fichas Técnicas del producto proporcionadas por el proveedor contratado.
- Para cubrir la necesidad explícita de proteger al personal ante riesgos mecánico, se deben seleccionar los E.P.P acordes que reúnan las mejores características de manera integral.

#### Por Biomecánica

- Los EPP deben proporcionar una protección física completa contra los diversos riesgos a los que un empleado se expone durante la ejecución de una tarea.  
-Protección de miembros superiores
- Es importante señalar que los EPP son la última medida de prevención y control que se debe implementar.

#### Por costos

- La obligación de garantizar la integridad y la vida de un trabajador que los necesite nunca superará los costos de los equipos y elementos de protección personal.
- Los EPP tienen un precio estándar para uso comercial; sin embargo, los precios de los EPP para trabajos críticos pueden variar según la disponibilidad y los procesos de calibración periódicos necesarios.

- En las áreas de operación, los EPP deberán ser probados ocasionalmente para asegurarse de que se utilicen de acuerdo con las condiciones para las que fueron diseñados, sin poner en peligro la integridad o la vida de un trabajador.
- Los criterios técnicos, biomecánicos y de costos se relacionan a la selección de EPP.

#### **B) Adquisición**

- Antes de comenzar el proceso de adquisición de EPP, el responsable de SSO debe determinar la cantidad y el tipo de elementos requeridos en función del número de trabajadores que necesitan protección. El tipo de riesgo a controlar determina las características técnicas.
- Para entregar los equipos de protección personal, el responsable de SSO supervisará el procedimiento de salida del equipo de la bodega.



#### **C) Entrega**

- El responsable de SSO es responsable de hacer la entrega de elementos de acuerdo con la Matriz de EPP (Ver tabla), verificar la condición de protección personal del trabajador y asegurarse de que el trabajador cumpla con el Formato de Entrega de Elementos de Protección Personal cada vez que se le entregue un EPP.
- La entrega física de los EPP se realizará en las instalaciones del responsable de SSO, y el trabajador deberá presentarse personalmente para realizar la entrega y/o el cambio (daños o pérdidas), lo cual también se documentará en el Formato de Entrega de EPP.

#### **D) Uso y Mantenimiento**

- Se realizan capacitaciones y charlas de seguridad dirigidas a los trabajadores para ayudarlos a comprender su responsabilidad en el uso y mantenimiento adecuado de los EPP y maximizar su uso, dejando un registro en el Formato de Asistencia.
- Es responsabilidad del empleado el uso adecuado de los elementos de seguridad en las áreas y los horarios de trabajo.
- Antes de usar los EPP, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones para garantizar que cumplan con su propósito inicial:
  - Revisar el estado físico del EPP todos los días para determinar si es necesario cambiar o reemplazar.
  - Realizar limpieza diaria y desinfección cuando entran en contacto con sustancias o líquidos contaminados.

Tabla 8 Cuidados/Especificaciones para los EPP

TIPO DE EPP	CUIDADO/ESPECIFICACIONES
<p><b>Guantes Pro Portwest A790:</b></p> 	<p>Cuidado: se deben inspeccionar periódicamente para asegurarse de que no tengan perforaciones, roturas o desgaste excesivo, que puedan reducir o eliminar la barrera de protección que representan para las manos de los trabajadores.</p> <p>Además, deben limpiarse cada vez que se complete la jornada laboral o la actividad para la que se utilizaron. Y dejarlos guardados en un lugar seguro para evitar perderlos o cruzarlos con otros guantes.</p> <p>Especificaciones: el equipo de protección por factor de vibración</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Guante antivibración Pro Portwest A790</li> <li>✓ Diseñado para reducir los efectos de vibraciones</li> <li>✓ Excelente confort</li> <li>✓ Soporte de punto de galga 10 dexteridad</li> <li>✓ Material: 50% algodón, 45% Nylon y 5% caucho cloprene.</li> </ul>
<p><b>Botas de seguridad:</b></p> 	<p>Si sus botas están rotas o agujereadas cuando trabaja con químicos, no las repare; en cambio, solicite unas nuevas. En estos casos, ninguna reparación que pueda hacerle brindará la protección adecuada.</p>

#### **E) Monitoreo y control de los EPP**

- El responsable de SSO y el jefe de producción serán responsables de supervisar y controlar el uso y mantenimiento adecuado de EPP en los grupos de trabajo y el personal a su cargo.
- Si un empleado no usa los EPP entregados durante la actividad, se le dará la orden de suspender el trabajo hasta que los porte, y se prestará especial atención al comportamiento seguro de este empleado en fechas posteriores.

#### **D) Disposición final de EPP**

- De acuerdo con la Matriz de EPP y las Fichas Técnicas de cada elemento, se puede estimar la vida útil de los EPP y, en consecuencia, administrar su disposición final cuando el período de vida útil se acerca y/o cuando se deben dar de baja debido al desgaste normal causado por su uso.
- La entrega de estos artículos como desechos sólidos a la empresa de limpieza pública o al gestor ambiental designado se registrará en el inventario existente en el área de SSO, cumpliendo con las regulaciones ambientales municipales.

#### **E) G) Matriz de EPP**

- En la Matriz de EPP se visualiza según los riesgos prioritarios a controlar que tipo de equipo de protección individual se debe utilizar para mitigar el riesgo que no ha sido posible eliminar. (Ver Anexo 3)

#### **F) Cronograma de capacitaciones de uso de EPP**

- El formato de cronograma de actividades se utiliza para establecer y monitorear las actividades del Programa de Selección, Entrega, Uso y Control de EPP.

La capacitación se llevará a cabo la primera semana del mes en función de los temas establecidos

<b>Capacitaciones Riesgo Mecánico 2024</b>					
<b>Tema de Capacitación</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
Uso del equipo de protección personal (EPP), debido a los riesgos mecánicos por vibración.					
Práctica del uso de los tipos de PPE que protegerán al empleado de los riesgos identificados en la evaluación del riesgo.					
Cómo ponerse, quitarse, ajustarse y usar adecuadamente el EPP.					
El cuidado adecuado, mantenimiento, vida útil y eliminación del EPP.					
Cada empleado deberá demostrar un conocimiento de la capacitación para usar el EPP.					

## 2. Formatos y anexos

<b>Formato</b>	<b>Responsable</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo de documento</b>
Lista de verificación de riesgos	Técnico de prevención de riesgos laborales	MIF-AEO-CEV-01	Anexo 1
Matriz de Riesgo	Técnico de prevención de riesgos laborales	MIF-AEO-MAR-01	Anexo 2
Formato entrega de EPP	Técnico de prevención de riesgos laborales	MIF-SGSST-T-R-01	Anexo 3
Matriz EPP	Técnico de prevención de riesgos laborales	MIF-AEO-MEP-01	Anexo 4

## 3. Documento de Referencia

- Decreto Ejecutivo 2393
- Guía Técnica Colombiana 45

Anexos

Anexo 1. Lista de Verificación

	<b>LISTA DE VERIFICACIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS A LAS VIBRACIONES MECANICAS</b>	<b>CÓDIGO</b>	MIF-AEO-CEV-01
		<b>VERSIÓN</b>	00
		<b>PÁGINA</b>	1 de 1
		<b>FECHA</b>	9/11/2023

**1. Identificación del origen de las vibraciones**

1.1 Se dispone de máquinas o herramientas portátiles capaces de generar vibraciones  
 SI  NO

No.	Proceso/puesto de trabajo	Máquina/equipo	Operación

1.2 Se dispone de maquinaria industrial o vehículos capaces de generar vibraciones  
 SI  NO

No.	Proceso/puesto de trabajo	Máquina/equipo	Operación

**2. Estimación de la exposición de los trabajadores**

2.1 Se dispone de las magnitudes de vibración que advierten los fabricantes o proveedores de las maquinarias o herramientas con riesgo potencial de vibraciones  
 SI  NO

No	Nombre de máquina o herramienta	Vibración mano brazo $a_{hv}$	Vibración de cuerpo entero			Tiempo de exposición
			$a_{wx}$	$a_{wy}$	$a_{wz}$	




2.2 Se han identificado los trabajadores especialmente sensibles a los riesgos de las vibraciones mano-brazo y cuerpo entero

SI  NO

No.	Proceso/puesto de trabajo	Máquina/equipo	Medidas ejecutadas

2.3 Se ha realizado la evaluación de riesgos por exposición a vibraciones de los trabajadores

SI  NO

No.	Proceso/puesto de trabajo	Fecha de evaluación	Es necesario adoptar un plan de control de acción para eliminación o atenuación del riesgo	
			SI	NO
			SI	NO
			SI	NO
			SI	NO
			SI	NO
			SI	NO

**3. Acciones para realizar el seguimiento y control de los riesgos generados por exposición a vibraciones**

**3.1 Implantación de medidas de control de los riesgos generados de las vibraciones mecánicas**

Medidas de control	Nombre del equipo o herramienta	Ejecutado	
Modificación de métodos de trabajo			
Modificación de la organización del trabajo			
Sustitución de equipo de trabajo			
Programa de mantenimiento de los equipos			
Información y formación adecuada a los trabajadores sobre el uso correcto de los equipos/herramientas de trabajo			
Consulta y participación de los trabajadores			
Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos al riesgo por vibraciones			

**3.2 Implantación de medidas de seguimiento de los riesgos generados por las vibraciones**


Medidas de control	Nombre del equipo o herramienta	Ejecutado	
Verificación de aplicación de los controles			
Se cuestiona si el equipo presenta vibraciones anormales			
Evaluación del estado de salud de los trabajadores			

Anexo 2. Matriz de control de Riesgo

PROCESO /CARGOS	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TAREAS	RUTINARIA: SI O NO	EXPUESTOS		PELIGRO		EFECTOS POSIBLES EN LA SALUD	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO					VALORACIÓN DEL RIESGO	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN					Responsable ejecución		
					VINCULADOS	TOTAL	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA	NIVEL DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP= ND x NE)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO (NR) <sup>e</sup> INTERVENCIÓN	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO (NR)	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERÍA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA	EQUIPOS / ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Nombre/Cargo

PLAN DE CONTROL DE RIESGOS

La empresa ha establecido un plan de control de riesgos después de haber realizado la evaluación de riesgo por vibraciones mecánicas, en el cual se indica quienes son los responsables de ejecutar las medidas de control, la periodicidad, el tipo de control y las acciones a considerar para eliminar o mitigar el riesgo.

	PLAN DE CONTROL DE RIESGOS MECÁNICOS	<b>CODIGO</b>	MIF-PCM-CRM-01	
		<b>VERSION</b>	00	
		<b>PAGUINA</b>	1 de 2	
		<b>FECHA</b>	7/1/2024	
<b>Factor de riesgo</b>	<b>Responsable</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Tipo de Control</b>	<b>Acción</b>
<b>Control de la fuente</b>				
Vibraciones	-Gerencia -Responsable de mantenimiento	Anual	Controles de Ingeniería	Realizar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que se apege a la realidad de la empresa siendo este actualizado o modificado según la circunstancia lo requiera.

	Vibraciones	-Gerencia -Responsable de mantenimiento	Anual	Controles de Ingeniería	Diseñar e implantar sistemas de amortiguamiento para las máquinas en donde se haya determinado un nivel de riesgo por vibración mecánica que afecta al trabajador.
	PLAN DE CONTROL DE RIESGOS MECÁNICOS		<b>CODIGO</b>	MIF-PCM-CRM-01	
			VERSION	00	
			PAGUINA	2 de 2	
			FECHA	7/1/2024	
<b>Control del medio</b>					
	Vibraciones	-Gerencia -Responsable de mantenimiento	Semestral	Controles de Mantenimiento	Verificar una correcta sujeción o empotramiento de la maquina hacia el piso.
<b>Control del receptor</b>					
	Vibraciones	-Gerencia -Responsable de SSO -Recursos humanos	Mensual	Administrativos	Realizar capacitaciones mensuales sobre los riesgos asociados al puesto de trabajo.
	Vibraciones	-Gerencia -Responsable de SSO	Mensual	Administrativos	Realización de pusas activas, fomentar el autocuidado y realizar ejercicios de relajación muscular.

	Vibraciones	-Gerencia -Responsable de SSO	Mensual	Administrativos	Dotar a los trabajadores de EPP para protección de las manos que sean anti-vibraciones, que cumplan con la siguiente normativa EN388:2016, Se recomienda adquirir el guante Pro Portwest A790	
--	-------------	-------------------------------------	---------	-----------------	---	--

**Anexo 3.** Formato entrega de EPP

	<b>MOLINOS MIRAFLORES S.A.</b>		VERSION: 00	
	<b>SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>		CODIGO: MIF-SGSST-T-R-01	
			PAGINA: 1 DE 1	
<b>ACTA DE ENTREGA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
<b>FORMATO PARA ENTREGA INDIVIDUAL DE ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL (EPP)</b>				
<b>DATOS DEL TRABAJADOR A QUIEN SE LE ENTREGA EL ELEMENTO</b>				
<b>NOMBRE</b>		<b>CEDULA No.</b>		<b>CARGO/ÁREA</b>
<b>ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL (EPP) ENTREGADOS</b>				
<b>ITEM</b>	<b>EPP ENTREGADOS/NORMA/Riesgo atenuado</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>FECHA</b>	<b>FIRMA RECIBIDO Trabajador</b>
<b>DATOS DEL RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE LOS ELEMENTOS</b>				
<b>NOMBRE</b>		<b>CEDULA No.</b>		
<b>CARGO</b>		<b>FIRMA</b>		
<b>COMPROMISO</b>				
Me comprometo a utilizar adecuadamente durante la jornada laboral los elementos de proteccion personal recibidos y mantenerlos en buen estado, dando cumplimiento a las normas de salud ocupacional que contribuyen a mi bienestar físico, psicológico y social. Declaro que he recibido información sobre el uso adecuado de los mismos.				
Usando los equipos y elementos de protección personal (incluyendo ropa de trabajo) estoy cumpliendo con mis deberes como trabajador definidos en Reglamento Interno de Seguridad aprobado por el Ministerio del Trabajo, Título II, Art. 3. Soy responsable del uso y cuidado de los EPP, mismo que penaliza de verme inmerso en faltas disciplinarias. El presente compromiso quedará archivado en el archivo de la Unidad de Seguridad y Salud Ocupacional de Molinos Miraflores S.A.				
El presente compromiso aplica para los elementos de protección personal entregados.				

Anexo 4. Matriz EPP

MATRIZ DE EPP's - MOLINOS MIRAFLORES				EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL				
				GUANTES	MASCARILLA	PROTECCIÓN ACÚSTICA	ROPA PROTECTORA	CALZADO DE SEGURIDAD
ÁREA DE TRABAJO	PUESTO DE TRABAJO	# DE TRABAJADORES	RIESGOS PRIORITARIOS PARA CONTROLAR					
MOLINO	OPERAIO DE MOLINO	1	Vibraciones	X				
			Piso irregular					X
			Ruido			X		
			Polvo		X		X	
MOLINO	ASISTENTE DE MOLINO	1	Vibraciones	X				
			Piso irregular					X
			Ruido			X		
			Polvo		X		X	
MOLINO	RECEPCIONISTA	1	Vibraciones	X				
			Piso irregular					X
			Ruido			X		
			Polvo		X		X	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma Responsable	Firma Responsable	Firma Responsable

### 3.2.1. Matriz de control de riesgos

Para realizar la matriz de riesgos laborales se ha considerado utilizar la GTC45 ya que, a más de ser una metodología pragmática para la evaluación de riesgos es reconocida y recomendada para su uso, por una entidad del estado que es el Ministerio del Trabajo, se ha basado en la en la inspección del ambiente de trabajo y el cual facilitará la reducción de problemas hacia el operario, por otra parte, incrementará la vida útil de las máquinas. El propósito del plan preventivo es asegurar la seguridad y la integridad física del operario.

La tabla 29 representa la aceptabilidad de los riesgos mecánicos mediante el nivel de riesgo e intervención, basados en los lineamientos que menciona la GTC 45 ya descritos en el plan de control del presente documentos, en los operarios se obtuvo un nivel III Y IV que consideran una mejora de ciertas medidas de control existentes.

**Tabla 29** Matriz de control de riesgos

INFORMACIÓN GENERAL		RIESGOS MECÁNICOS									
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
PROCESO	PUESTO DE TRABAJO	Atrapamiento	Atropello o golpes por vehículos	Caída de objetos	Contactos térmicos	Espacios confinados	Golpe contra objetos inmóviles	Manejo de recipientes a presión	Máquinas y herramientas	Orden y limpieza	Proyección de fragmentos o partículas
OPERATIVO ADMINISTRATIVO	GERENTE										
	SECRETARIA										
	ASISTENTE CONTABLE										
	BODEGUERO	IV	III				III			IV	
	MOLINERO	III					III			III	IV
	ASISTENTE DE MOLINO	III					III			III	IV
	RECEPCIONISTA	IV					IV				
	TOTAL: 3										

En las tablas 30, 31 y 32 se registra el plan de control de los operarios con las actividades que tienen un valor de exposición con limite, además se identificó la aceptabilidad del riesgo con los controles que el responsable de seguridad y salud ocupacional debe llevar a cabo.



Tabla 30 Plan de control de riesgos molinero

PROCESO /CARGOS	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TAREAS	EXPUES- TOS		PELIGRO	EFECTOS POSIBLES EN LA SALUD	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO					VALORACIÓN DEL RIESGO	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN					Responsable ejecución			
				RUTINARIA: SI O NO VINCULADOS	TOTAL			DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE	NIVEL DE	NIVEL DE	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERIA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA	EQUIPOS / ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Nombre/Cargo	
Molinero	Area de molinera	Operativas	Regulación de bancos en el arranque de producción Revisión de cortinas de los bancos Revisión de mangas del Plansifter Revisión de Esclusas	0	1	Vibraciones por: desequilibrio de algún elemento motriz, alineación incorrecta y descentramiento de eje, desgaste de elementos motrices y de fijación, juego excesivo (holgura en elementos de transmisión)	Mecánicos Problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares. Efectos principales: Trastornos vasculares. Trastornos del hueso y las articulaciones. Trastornos neurológicos.	Sustitución de elementos desgastados motrices	Fijación correcta de maquinaria a suelo	Gautes anti-vibraciones	2	4	8	ALTO	2	5	0	II Corregir y adoptar medidas de control inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de consecuencia está por encima de 60.	Acceptable con control específico	N/A	N/A	Medir y analizar las vibraciones mediante equipos especializados	Capacitación y formación al personal sobre riesgos propios de su área de trabajo Programa de mantenimiento preventivo de toda la maquinaria Reducción del tiempo de exposición Rotación del personal	Guantes Pro Portwest A790 antivibración	Gerencia jefe de mantenimiento Responsable de SSO

Tabla 31 Plan de control de riesgos ayudante molinería

PROCESO/ CARGOS	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TAREAS	RUTINARIA: SI O NO	EXPUES- TOS		PELIGRO		EFECTOS POSIBLES EN LA SALUD	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO					VALORA- CIÓN DEL RIESGO	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN					Respon- sable ejecuci- ón		
					VINCULADOS	TOTAL	DESCRIP- CIÓN	CLASIFICACIÓN		FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE NIVEL DE NIVEL DE PROBABILIDAD	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE NIVEL DE NIVEL DE RIESGO	INTERPR- ETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO (NR)	ACEPTA- BILIDAD DEL RIESGO	ELIMIN- ACIÓN		SUSTITU- CIÓN	CONTR- OLES DE INGENI- ERIA	CONTROL ES ADMINIS- TRATIVOS, SEÑALIZA- CIÓN, ADVERTE- NCIA	EQUIP- OS / ELEM- ENTOS DE PROTE- CCIÓN PERSONAL	Nombre /Cargo			
Ayudante de molinero	Área de molienda	Operati- vas	control Acondicionamiento de la materia prima en el cuarto de Revisión de Humectadora de la materia prima Control de silos de materia prima Control de los silos de rancho	SI	1	1	Vibraciones por: desequilibrio de algún elemento motriz, alineación incorrecta y descentramiento de eje, desgaste de elementos motrices y de fijación, juego excesivo (holgura en elementos de transmisión)	Mecánicos	Problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares. Efectos principales: Trastornos vasculares. Trastornos del hueso y las articulaciones. Trastornos neurológicos.	Sustitución de elementos desgastados motrices	Fijación correcta de maquinaria a suelo	Guantes anti- vibraciones	2	4	8	ALTO	25	200	II Corregir y adoptar medidas de control inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de consecuencia está por encima de 60.	Aceptable con control especifico	N/A	N/A	Medir y analizar las vibraciones mediante equipos especializados	Capacitación y formación al personal sobre riesgos propios de su área de trabajo Programa de mantenimiento preventivo de toda la maquinaria Reducción del tiempo de exposición Rotación del personal	Guantes Pro Portwest A790 antivibración	Gerencia Jefe de mantenimiento Responsable de SSO

Tabla 32 Plan de control de riesgos recepcionista

PROCESO/ CARGOS	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TAREAS	EXPUESTOS		PELIGRO	EFECTOS POSIBLES EN LA SALUD	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO					VALORACIÓN DEL RIESGO	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN					Responsable ejecución			
				RUTINARIA: SI NO	TOTAL			DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN	FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE NIVEL DE NIVEL DE	PROBABILIDAD INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE	NIVEL DE NIVEL DE	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO (NR)	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERIA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA	EQUIPOS / ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Nombre /Cargo		
Recepcionista	Área de molienda	Operativas	Elaboración de aditivos para el producto Alimentación de dosificadores con aditivos Control de la cantidad del aditivo añadido por segundo	SI	1	Vibraciones por: desequilibrio de algún elemento motriz, alineación incorrecta y descentramiento de eje, desgaste de elementos motrices y de fijación, juego excesivo (holgura en elementos de transmisión)	Mecánicos Problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares. Efectos principales: Trastornos vasculares. Trastornos del hueso y las articulaciones. Trastornos neurológicos.	Sustitución de elementos desgastados motrices	Fijación correcta de maquinaria a suelo	Guantes anti vibraciones	2	3	6	ALTO	2	5	0	II Corregir y adoptar medidas de control inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de consecuencia está por encima de 60.	Aceptable con control específico	N/A	N/A	Medir y analizar las vibraciones mediante equipos especializados	Capacitación y formación al personal sobre riesgos propios de su área de trabajo Programa de mantenimiento preventivo de toda la maquinaria Reducción del tiempo de exposición Pausas aplicadas	Guantes Pro Portwest A790 antivibración	Gerencia Jefe de mantenimiento Responsable de SSO

### 3.3. Verificación de Hipótesis

- a. Puntuación de las actividades ejecutadas y el riesgo al que se exponen los operarios de la empresa Molinos Miraflores.

**Tabla 33** Valores del nivel de riesgo para determinar Ji-cuadrado.

Valores del nivel de riesgo					
Puesto de trabajo	Nivel de riesgo				
	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	Total
Molinero	4	8	12	0	24
Ayudante	4	8	12	40	64
Recepcionista	2	6	10	0	18
Total	10	22	34	0	106

- b. Cálculo de valores esperados

$$NR_{bajo} = \frac{10 * 24}{106} = 2.26$$

**Tabla 34** Valores esperados para cada nivel de riesgo

<b>Valores esperados del nivel de riesgo</b>					
<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Nivel de riesgo</b>				
	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>	<b>Total</b>
Molinero	2,26	4,98	7,70	9,06	24
Ayudante	6,04	13,28	20,53	24,15	64
Recepcionista	1,70	3,74	5,77	6,79	18
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>106</b>

- c. Determinación de los grados de libertad

$$gl = (nfilas - 1) * (ncolumnas - 1)$$

$$gl = (3 - 1) * (4 - 1) = 6$$

- d. Determinación de Ji Cuadrado

**Tabla 35** Valor Ji cuadrado

<b>Valores de Ji-Cuadrado</b>					
<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Nivel del riesgo</b>				
	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>	<b>Total</b>
Molinero	1,33	1,83	2,40	9,06	
Ayudante	0,69	2,10	3,54	10,40	
Recepcionista	0,05	1,37	3,09	6,79	
<b>Total</b>					<b>42,67</b>

- e. Valor de Ji cuadrado

$$x^2 = 42.67$$

- f. En la tabla de Ji cuadrado tomar en cuenta los grados de libertad es 6 y margen de error es 0.05.

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3210	22,0402	20,2777	18,4720	16,0720	14,0071	12,0170	10,7477	9,6052	8,8571	8,2054	7,6001	7,1022	6,6060	6,1400
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361

Figura 35 Distribución Ji-cuadrado[13]

g. Valor calculado vs valor de la tabla para la validez de la hipótesis

$$x^2_{calculado} > x^2_{valor\ tabla}$$

La hipótesis alternativa es aceptada y la hipótesis nula es rechazada.

El nivel de riesgo de exposición a vibraciones mecánicas depende de cada actividad que realizan los empleados de Molinos Miraflores.

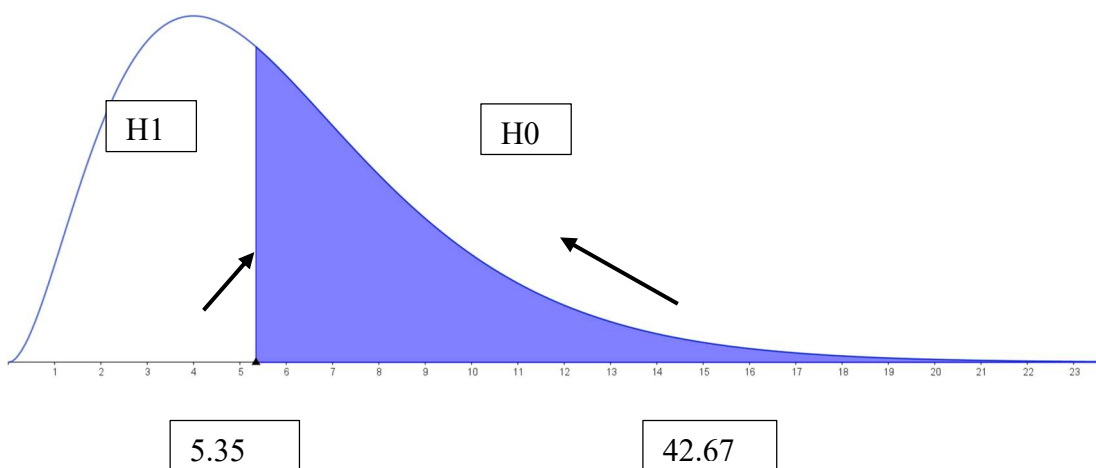


Figura 36 Gráfica criterio para aceptación y anulación H1-H0.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Se analizó las vibraciones en el personal de Molienda y su incidencia en las condiciones laborales durante su exposición con un tiempo de 8 horas de la jornada laboral, obteniendo valores aceptables en vibración por mano-brazo y cuerpo entero los cuales no implican daño en la salud de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A.
- Una vez aplicado el método de exposición diaria A(8) se concluye que el puesto de trabajo con posible incidencia es del ayudante de molinería con un valor de  $0.90 \text{ m/s}^2$ , en vibración transmitida a mano brazo el puesto con incidencia media es el recepcionista con un valor de  $3.64 \text{ m/s}^2$ .
- Como resultado de la aplicación de los métodos para determinar el valor de exposición diaria (A8) limita en vibración mano-brazo y vibración a cuerpo entero, se concluye que en el puesto de trabajo del recepcionista y ayudante de molinería existe un riesgo medio a la exposición por vibraciones mecánicas lo cual generaría posibles problemas vasculares, debido a que la actividad implica acercamiento a las fuentes de vibración con respecto al resto de operarios.
- La implementación de un plan de control para riesgos mecánicos se realizó por medio capacitaciones y charlas, estableciendo medidas de control para la ejecución de las actividades de los operarios en base al nivel de riesgo mecánico y así concientizar al uso de equipos de protección personal para mejorar las condiciones laborales y prevenir problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares de los trabajadores en existe la amenaza es significativa.

- El análisis de vibraciones realizado a los puestos de trabajo en la empresa Molinos Miraflores permite erradicar porcentajes de riesgo físico que exponen las vibraciones mecánicas en los operarios, el mismo que brinda beneficios presentes y futuros para la empresa permitiendo una acción inmediata contra el riesgo y evitando improvisaciones ante la ocurrencia.

#### **4.2.Recomendaciones**

- El uso obligatorio de equipos de protección personal en actividades que tengan contacto directo con las fuentes que generan vibraciones (guantes antivibración).
- Mantener a los operarios informados con capacitaciones mensuales sobre posibles riesgos mecánicos de manera que pueden desempeñar sus labores de forma eficiente sin poner en peligro su salud integral.
- Cumplir con la norma legal NTE INEN-ISO 2631 y NTE INEN-ISO 5349 para evaluación de riesgos laborales y a su vez el reglamento que se aplica en el Ecuador Decreto ejecutivo 2393.
- Realizar anualmente la evaluación de la exposición a vibraciones mecánicas como establece la Resolución CD 513.
- Disponer de un control médico para vigilar el estado de salud de los operarios de la empresa Molinos Miraflores S.A. asociado al factor de riesgo mecánico.




## BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. P. Gualotuña Quishpe, «Medición y análisis de vibraciones mecánicas en un bus de transporte de pasajeros y sus efectos en la salud y el confort mediante la norma ISO 2631», masterThesis, Quito, 2016.
- [2] F. Sigcha «Full Text PDF». Accedido: 11 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en:  
[https://oa.upm.es/45075/1/TFM\\_LUIS\\_FRANCISCO\\_SIGCHA\\_GUACHAMIN.pdf](https://oa.upm.es/45075/1/TFM_LUIS_FRANCISCO_SIGCHA_GUACHAMIN.pdf)
- [3] J. I. Pazmiño Paredes, «Estudio de ruido y vibraciones en la empresa Muebles León de la ciudad de Ambato para mejorar el ambiente laboral», Tesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Mecánica, 2013. Accedido: 18 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/8443/jspui/handle/123456789/6507>
- [4] «Muñoz y Herrerías - La seguridad industrial Su estructuración y conten.pdf». Accedido: 16 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: [http://www.f2i2.net/web/publicaciones/libro\\_seguridad\\_industrial/lsi.pdf](http://www.f2i2.net/web/publicaciones/libro_seguridad_industrial/lsi.pdf)
- [5] C. Morales, «Vibraciones Mecánicas. RAO. 5ta edición», Accedido: 10 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.academia.edu/28605336/Vibraciones\\_Mec%C3%A1nicas\\_RAO\\_5ta\\_edicion](https://www.academia.edu/28605336/Vibraciones_Mec%C3%A1nicas_RAO_5ta_edicion)
- [6] J. Cerda L y L. Villarroel Del P, «Interpretación de la prueba de Chi-cuadrado ( $X^2$ ) en investigación pediátrica», *Rev. Chil. Pediatría*, vol. 78, n.º 4, pp. 414-417, ago. 2007, doi: 10.4067/S0370-41062007000400010.
- [7] A. M. Soriano Rodríguez, «Diseño y validación de instrumentos de medición», *Diá-Logos*, n.º 14, pp. 19-40, nov. 2015, doi: 10.5377/dialogos.v0i14.2202.
- [8] «NTP 331: Fiabilidad: la distribución de Weibull».
- [9] J. C. A. Nieto, T. N. G. Rojas, y H. S. R. Nestiel, «MODELO PARA LA VIGILANCIA DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIÓN MANO-BRAZO EN TRABAJADORES DE EMPRESAS DEL SECTOR AUTOMOTOR».
- [10] M. Sánchez y V. Rafael, «Elaboración de la matriz de riesgo laboral en el área de molino y paletizado de una empresa de plásticos».
- [11] «Nates - ARP BOLÍVAR CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD CONSTR.pdf». Accedido: 8 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: [http://132.255.23.82/sipnvo/normatividad/GTC\\_45\\_DE\\_2012.pdf](http://132.255.23.82/sipnvo/normatividad/GTC_45_DE_2012.pdf)
- [12] O. V. A. Fabian, «APROBACIÓN DEL TUTOR».
- [13] C. Person «tabla\_chi\_cuadrado.pdf». Accedido: 10 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: [http://labrad.fisica.edu.uy/docs/tabla\\_chi\\_cuadrado.pdf](http://labrad.fisica.edu.uy/docs/tabla_chi_cuadrado.pdf)



## ANEXOS

### Anexo 1. Lista de Verificación

	<b>LISTA DE VERIFICACIÓN DE RIESGOS RELACIONADOS A LAS VIBRACIONES MECÁNICAS</b>	<b>CÓDIGO</b>	MIF-AEO-CEV-01
		<b>VERSIÓN</b>	00
		<b>PÁGINA</b>	1 de 1
		<b>FECHA</b>	9/11/2023

**1. Identificación del origen de las vibraciones**

1.1 Se dispone de máquinas o herramientas portátiles capaces de generar vibraciones

SI	NO	
----	----	--

No.	Proceso/puesto de trabajo	Máquina/equipo	Operación

1.2 Se dispone de maquinaria industrial o vehículos capaces de generar vibraciones

SI	NO	
----	----	--

No.	Proceso/puesto de trabajo	Máquina/equipo	Operación

**2. Estimación de la exposición de los trabajadores**

2.1 Se dispone de las magnitudes de vibración que advierten los fabricantes o proveedores de las maquinarias o herramientas con riesgo potencial de vibraciones

SI	NO	
----	----	--

No	Nombre de máquina o herramienta	Vibración mano brazo $a_{hv}$	Vibración de cuerpo entero			Tiempo de exposición
			$a_{wx}$	$a_{wy}$	$a_{wz}$	


2.2 Se han identificado los trabajadores especialmente sensibles a los riesgos de las vibraciones mano-brazo y cuerpo entero

SI		NO	
----	--	----	--

No.	Proceso/puesto de trabajo	Máquina/equipo	Medidas ejecutadas

2.3 Se ha realizado la evaluación de riesgos por exposición a vibraciones de los trabajadores

SI		NO	
----	--	----	--

No.	Proceso/puesto de trabajo	Fecha de evaluación	Es necesario adoptar un plan de control de acción para eliminación o atenuación del riesgo	
			SI	NO
			SI	NO
			SI	NO
			SI	NO
			SI	NO
			SI	NO

### 3. Acciones para realizar el seguimiento y control de los riesgos generados por exposición a vibraciones

#### 3.1 Implantación de medidas de control de los riesgos generados de las vibraciones mecánicas

Medidas de control	Nombre del equipo o herramienta	Ejecutado	
Modificación de métodos de trabajo			
Modificación de la organización del trabajo			
Sustitución de equipo de trabajo			
Programa de mantenimiento de los equipos			
Información y formación adecuada a los trabajadores sobre el uso correcto de los equipos/herramientas de trabajo			
Consulta y participación de los trabajadores			
Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos al riesgo por vibraciones			

#### 3.2 Implantación de medidas de seguimiento de los riesgos generados por las vibraciones

Medidas de control	Nombre del equipo o herramienta	Ejecutado	
Verificación de aplicación de los controles			
Se cuestiona si el equipo presenta vibraciones anormales			
Evaluación del estado de salud de los trabajadores			

### 3.3 Re inspección de equipos

Repetición de la evaluación	Nombre del equipo o herramienta	Ejecutado	
Introducción de nueva maquinaria o cambio en el procedimiento			
Introducción de cambios en el número de horas trabajadas con maquinaria que vibra			
Introducción de nuevas medidas de control de las vibraciones			

**Anexo 2.** Matriz de control de Riesgo

PROCESO /CARGOS	ZONA / LUGAR	ACTIVIDADES	TAREAS	RUTINARIA: SI o NO	EXPUESTOS		PELIGRO		EFECTOS POSIBLES EN LA SALUD	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO							VALORACIÓN DEL RIESGO	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN					Responsable ejecución														
					VINCULADOS	TOTAL	DECRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA	NIVEL DE EXPOSICIÓN	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP= ND x NE)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO (NR) e INTERVENCIÓN	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO (NR)	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERÍA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA	EQUIPOS / ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Nombre/Cargo														

### Anexo 3

#### Fotografías de la medición de vibraciones transmitidas a cuerpo entero



**Fotografía 1.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Moliner)



**Fotografía 2.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Moliner)



**Fotografía 3.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Moliner)





**Fotografía 4.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Molinero)



**Fotografía 5.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Molinero)



**Fotografía 6.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Molinero)



**Fotografía 7.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Molinero)



**Fotografía 8.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Ayudante)



**Fotografía 9.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Ayudante)



**Fotografía 10.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Ayudante)



**Fotografía 11.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Ayudante)



**Fotografía 12.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Ayudante)



**Fotografía 13.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Recepcionista)



**Fotografía 14.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Recepcionista)



**Fotografía 15.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Recepcionista)



**Fotografía 16.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Recepcionista)



**Fotografía 17.** Medición de la VTCE en los 3 ejes ortogonales. (Recepcionista)



## Anexo 4

### Fotografías de la medición de vibraciones transmitidas a sistema mano-brazo



**Fotografía 18.** Medición de la VTMB en los 3 ejes ortogonales. (Molinero)



**Fotografía 19.** Medición de la VTMB en los 3 ejes ortogonales. (Molinero)



**Fotografía 20.** Medición de la VTMB en los 3 ejes ortogonales. (Molinero)



**Fotografía 21.** Medición de la VTMB en los 3 ejes ortogonales. (Ayudante)



**Fotografía 22.** Medición de la VTMB en los 3 ejes ortogonales. (Ayudante)



**Fotografía 23.** Medición de la VTMB en los 3 ejes ortogonales. (Recepcionista)



**Fotografía 24.** Medición de la VTMB en los 3 ejes ortogonales. (Recepcionista)



**Fotografía 25.** Medición de la VTMB en los 3 ejes ortogonales. (Recepcionista)





**Fotografía 26.** Medición de la VTMB en los 3 ejes ortogonales. (Recepcionista)



**Fotografía 27.** Medición de la VTMB en los 3 ejes ortogonales. (Recepcionista)

## Anexo 5

### Certificado de calibración



## Certificado de Calibración

Número del certificado: CRV3864/2022

Fecha de la calibración: 01/11/2022

Fecha de emisión del certificado: 01/11/2022

#### DATOS DEL CLIENTE:

Nombre: TECH PERU INDUSTRIAL SAC

Dirección: CALLE RICARDO ROSSEL, 158/OFICINA 402 - SANT. DEL SURCO, LIMA – PERU

#### DATOS DEL INSTRUMENTO CALIBRADO:

Instrumento:	Medidor de vibraciones	Acelerómetro VCI	Acelerómetro VMB
Marca:	CRIFFER	CRIFFER	CRIFFER
Modelo:	VIBRATE	CR-100	CR-101
Número serie:	51000693	52000180	53000298

PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN: PCA-003 - Rev. C

MÉTODO DE CALIBRACIÓN: Medición por comparación con los patrones abajo. Se realizan tres mediciones para cada punto y se calcula la desviación estándar.

#### TRAZABILIDAD:

- Criffer – CR-1 - Certificado de calibración n° RBC5-11491-391 de Total Safety – Válido hasta 06/2023
- Keithley - 2015 - Certificado de calibración n° E0482/2020 del Labelo - Válido hasta 11/2023
- Testo - Testo 622 - Certificado de calibración n° T0648/2020 del Labelo - Válido hasta 11/2023

#### CONDICIONES AMBIENTALES:

Temperatura: 23,0°C ±3,0°C

Humedad Relativa del Aire: 70% UR ±25%UR

Presión Atmosférica: 101,32 Kpa ±10%

#### NOTAS:

□ Los resultados de la calibración están contenidos en tablas adjuntas, que relacionan los valores indicados por el instrumento en prueba, con valores obtenidos a través de la comparación con los patrones e incertidumbres estimadas de la medición (IM).

- La incertidumbre ampliada de medición se declara como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura “k”, corresponde al nivel de confianza del 95,45%.
- La incertidumbre estándar de la medición se determino de acuerdo con la “Guía para Expresión de la Incertidumbre de Medición”. Tercera Edición Brasileña.
- Este certificado se refiere exclusivamente al elemento calibrado, y no se extiende a ningún lote.
- El presente certificado sólo se puede reproducir en su forma y contenido integrales y sin cambios.
- Servicios ejecutados en el laboratorio de calibración de Criffer-Lab Serviços Especiais Eirele - ME. CNPJ: 21.134.789/0001-43, ubicada en la avenida Theodomiro Porto da Fonseca, 3101, Unidad 6, sala 203, Barrio: Cristo Rei, Ciudad: São Leopoldo – RS, con estándares de calibración, calibrados en laboratórios acreditados por la Rede Brasileira de Calibración (RBC/INMETRO), de acuerdo con los requisitos de la NBR-17025.

criffer.com.br



## Certificado de Calibración

Número del certificado: CRV3864/2022

Fecha de la calibración: 01/11/2022 Fecha de emisión del certificado: 01/11/2022

**Resultado de la calibración:**

*Calibración en función de la velocidad del movimiento vibratório – 159,2 Hz (mm/s RMS)*

**Instrumento:** Acelerómetro Triaxial VCI  
**Marca:** CRIFFER

**Modelo:** CR-100  
**N° de Serie:** 52000180

Ensayo	Valores obtenidos en las mediciones en mV/g		
	Eje X Sensibilidad: 116,5	Eje Y Sensibilidad: 113,5	Eje Z Sensibilidad: 116,5
Resultado (mV/g)	116,5	113,5	116,5
± Incertidumbre de medición	1,0	1,0	1,0

El valor de referencia para la calibración fue de 1g.

**Instrumento:** Acelerómetro Triaxial VMB  
**Marca:** CRIFFER

**Modelo:** CR-101  
**N° de Serie:** 53000298

Excitador (010,00 m/s <sup>2</sup> )	Valores obtidos nas medições em mV/g		
	Eje X Sensibilidad: 10,0	Eje Y Sensibilidad: 10,0	Eje Z Sensibilidad: 10,0
Resultado (mV/g)	10,0	10,0	10,0
± Incertidumbre de medición	1,0	1,0	1,0

El valor de referencia para la calibración fue de 1g.

João Carlos T.C. Izabel  
\_ Responsável Técnico  
João Carlos T.C. Izabel