



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Determinación del nivel de exposición a vibraciones cuerpo entero durante la utilización de máquinas en trabajadores de la construcción. / Determination of the level of exposure to whole body vibrations during the use of machines in construction workers.

**Johnny Fernando Nieva Quintero
María Camila Sánchez Rendón**

**Universidad de Antioquia
Facultad de salud pública
Medellín, Colombia
2022**



Determinación del nivel de exposición a vibraciones cuerpo entero durante la utilización de máquinas en trabajadores de la construcción. / Determination of the level of exposure to whole body vibrations during the use of machines in construction workers.

**Johnny Fernando Nieva Quintero
María Camila Sánchez Rendón**

Ergonomía

**Asesor:
Alexander Longas, Magíster en Gestión Ambiental.**

**Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública
“Héctor Abad Gómez”
Medellín, Colombia
2022**



FECHA: 26 | 01 | 2023

Título del trabajo de grado:

Determinación del nivel de exposición a vibraciones cuerpo entero durante la utilización de máquinas en trabajadores de la construcción./ Determination of the level of exposure to whole body vibrations during the use of machines in construction workers.

AUTORES: 1. María Camila Sánchez **CC:** 1017210298
2. Johnny Nieva Quintero **CC:** 71389584

ASESOR: Alexander Longas

1. RESUMEN

En Colombia la reactivación de la economía se debe principalmente al impulso que genera la construcción de edificaciones y obras civiles, esto genera un incremento del 11,6% como valor agregado(1) al trabajo formal del país, por lo tanto se analiza el evidente crecimiento que tiene este sector, puesto que esto implica una demanda mayor de actividades y por consiguiente el aumento en el uso de máquinas y herramientas para llevar cabo las actividades constructivas, por lo que es importante conocer los niveles de exposición y factores que intervienen en el desarrollo de tareas relacionadas con vibraciones, analizando factores como la vía de ingreso al cuerpo humano, la intensidad del efecto y el tipo de elemento a utilizar para evitar posibles problemas de salud.

Debido a esto se identificarán y evaluarán las condiciones relacionadas con la vibración cuerpo entero en los trabajadores que operan maquinaria amarilla en la CONSTRUCTORA DURAN OCAMPO, mediante la identificación de datos sociodemográficos (edad, género, escolaridad, etc), datos laborales (cargo, antigüedad en la empresa y en el cargo, tareas, percepción de vibraciones, etc) y datos de salud (molestias físicas), con el análisis de los datos se definirán los focos de intervención para posteriormente hacer las mediciones correspondientes y comparar con los TLV'S, buscando determinar el grado de riesgo que tienen los trabajadores expuestos.

Palabras clave: Vibraciones cuerpo entero, construcción, maquinaria amarilla, ergonomía.

2. INTRODUCCIÓN

A menudo los trabajadores de las empresas de construcción se ven expuestos a diversos peligros y riesgos identificados en el ambiente en donde desarrollan sus actividades, Velasco (2013) (2) en su estudio sobre seguridad y salud en el trabajo en América Latina y el Caribe, calculan que entre el 50% y el 70% de la fuerza laboral en los países subdesarrollados, se exponen a un sin número de riesgos y peligros que afectan su salud, principalmente los trabajadores de la construcción presentan una mayor prevalencia, estos factores de riesgo a pesar de tener establecidos controles en la fuente, medio y persona no dejan de tener un potencial para materializarse causando no solo accidentes de trabajo sino enfermedades laborales que afectan de manera



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
Programa: Especialización en Ergonomía. Cohorte 2022.
Formato de Trabajo de Grado. Código: 7020-112.

1 8 0 3

considerable la salud integral de los empleados, es importante considerar que este sector posee las más altas tasas de accidentes que provocan enfermedad, discapacidad y muerte.

Uno de los riesgos a los cuales se encuentran expuestos estos trabajadores de la construcción es la exposición a vibraciones generadas en el uso de máquinas, equipo y herramientas en los diferentes procesos y que pueden llevar al trabajador a sufrir de problemas de estrés o de lesiones físicas que pueden deteriorar su salud, este es un riesgo ocupacional de tipo físico, muy común en las empresas de construcción, por el empleo de herramientas para cortar, pulir, demoler, perforar, etc, o las herramientas de golpe neumático de mano y las de movimientos de tierra puesto que generan vibración en todo el cuerpo o en una parte del mismo, el uso no controlado de estas puede causar alteraciones a la salud las cuales no se identifican de forma inmediata y pueden generar trastornos irreversibles en los sistemas circulatorios, sensoriales y musculo esqueléticos.

“El efecto de las vibraciones generadas por las máquinas va a depender de la frecuencia e intensidad, una frecuencia baja conlleva enfermedades musculares y del esqueleto, por el contrario, las frecuencias altas, pueden ocasionar daños en el sistema periférico vascular y en el sistema nervioso (trastornos circulatorios en dedos y manos, adormecimiento y pérdida de la fuerza prensora)” (3); en este caso nos enfocaremos en la exposición a vibraciones de cuerpo entero pues estas pueden ocasionar varios tipos de lesiones.

En Colombia no hay mucha legislación que esté direccionando la medición, evaluación y prevención de las vibraciones por lo tanto se debe acatar lo establecido en la resolución 2400 de 1979 artículo 95 donde establece que "el empleador en cuya actividad económica se usen equipos generadores de vibraciones debe implementar métodos para atenuar la vibración y proveer a los trabajadores los equipos de protección personal", esta resolución no establece los valores permisibles de la exposición a vibraciones, estos se pueden encontrar (4) en la Resolución No. 2844 DE 2007, por la cual se adoptan las guías de atención integral de salud ocupacional basadas en la evidencia GATISO, en los literales b (desórdenes músculo esqueléticos) y c (hombro doloroso) destacan que entre los factores de riesgo ocupacional que han demostrado estar asociadas con estas patologías se encuentra la exposición a vibraciones de los miembros superiores. Por su lado, la GATISO a (dolor lumbar) igualmente confirma que entre los factores de riesgo generadores de esta patología está la exposición a vibraciones cuerpo entero.

Internacionalmente no hay documentos que reflejen resultados estadísticos enfocados directamente con acontecimientos o enfermedades implicadas con las vibraciones, pero si se presentan diagnósticos de dolencia en dedos, manos, muñecas, brazos codos, hombros y nuca, tampoco se registra un número de pacientes diagnosticados directamente por trastornos de vibraciones, ya que las actividades extra laborales pueden afectar más que la misma actividad profesional (Luttmann, Jarger, & Griefahn, 2004) (5). Se asume que, por realizar dichas actividades de manera constante por un determinado tiempo, se corre el riesgo de adquirir enfermedades profesionales (6).

En este caso el estudio se enfocará en medir la exposición por vibración generada por maquinaria amarilla que utiliza la **CONSTRUCTORA DURAN OCAMPO** en los diferentes procesos y sean generadores de vibración, teniendo en cuenta características de la máquina (marca, modelo, antigüedad entre otras), las operaciones que se estén llevando a cabo con ella (carga, descarga etc), la naturaleza del terreno o el estado, posición y características del asiento, el tipo de vibración, el número de veces que realiza la operación ciclo de trabajo por día, es importante considerar que a la fecha la empresa no cuenta con registro de medición o encuestas que permitan validar aparición de efectos causados por la exposición de las vibraciones en los trabajadores que operan estos equipos, lo cual es básico para un adecuado control de exposición a dicho riesgo y evitar posibles



problemas de salud, esta exposición podría afectar a mediano y largo plazo diferentes partes del cuerpo del trabajador, tales como columna, manos brazos, cuerpo entero, músculos, tendones entre otros

La industria de la construcción realiza un gran aporte al país en materia de empleo, generando puestos de trabajos directos e indirectos y por el impacto en la cadena de valor, porque dinamiza la contratación de mano de obra en varios frentes por ejemplo en insumos como hierro, cemento, cerámica y vidrio entre otros.

Es por ello que se considera que la industria de la construcción, es uno de los sectores más importantes y estratégicos para el desarrollo del país, hoy con el desarrollo tecnológico que se tiene han permitido para este sector la incorporación de máquinas, herramientas y equipos que han mejorado la productividad, pero que en ocasiones han expuesto más a los trabajadores a otro tipo de riesgos como es el generado por la vibración.

Cardoso, Martínez, López y Arezes (2013), (7) demuestran que uno de cada cuatro trabajadores está expuesto a vibraciones (ya sean en extremidades superiores o en todo el cuerpo) durante al menos una cuarta parte de la duración de su jornada laboral, provocando trastornos músculo esqueléticos por los efectos de la vibración a la que están expuestas los trabajadores del sector de la construcción, esto suponen un alto coste social y económico.

La medición y evaluación de la exposición a los riesgos laborales requiere tener en cuenta la exposición de los trabajadores. Las mediciones y los límites de exposición en la higiene industrial convencional se basan en promedios de jornadas de 8 horas laborales, pero teniendo en cuenta que las exposiciones en la construcción, son habitualmente breves, intermitentes, variadas, pero de alta repetitividad, tal tipo de mediciones y límites de exposición no son tan útiles como en otros trabajos.

Con lo anterior expuesto, la formulación del problema para este trabajo investigativo es determinar ¿Cuál es el nivel de exposición a vibraciones cuerpo entero y qué efectos puede generar a salud de los trabajadores de la construcción al operar maquinaria amarilla para estas actividades?

Una vez resuelto este problema se puede determinar el grado de riesgo de la población expuesta a las vibraciones del personal de la **CONSTRUCTORA DURAN OCAMPO**.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Identificar y evaluar las condiciones de vibración cuerpo entero de los trabajadores que manipulan maquinaria amarilla generadoras de vibración de la CONSTRUCTORA DURAN OCAMPO y determinar el grado de riesgo para la empresa.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar el nivel de vibración al que se exponen los trabajadores al operar la maquinaria amarilla en los diferentes procesos de la empresa.
- Comparar los resultados obtenidos de la medición de vibración con los TLV establecidos para validar si representan un riesgo para la salud de los trabajadores.
- Establecer cuáles son los efectos a la salud a los que se exponen los trabajadores de la empresa por las vibraciones cuerpo entero al operar la maquinaria.



4. METODOLOGÍA

Se desarrollará una monografía investigativa para lo cual fue necesario inicialmente hacer una revisión sistemática exploratoria con un enfoque de tipo descriptivo sobre la exposición a los riesgos en el sector de la construcción y los efectos en la salud por el uso y manipulación de maquinaria amarilla, esto con el fin de poder determinar los valores permitidos y las consecuencias causadas por la exposición a vibraciones cuerpo entero. El tipo es Correlacional, porque se estudia la relación entre variables, es decir se pretende conocer la relación entre la vibración y la salud de los trabajadores.

Dentro de la revisión se verificaron diferentes fuentes bibliográficas de diversos países con los cuales se compararon los resultados sobre las afectaciones al cuerpo humano, encontrando que no hay documentos que reflejen resultados estadísticos enfocados directamente con acontecimientos o enfermedades implicadas con las vibraciones, además otro dato a resaltar es la poca normatividad encontrada frente a las vibraciones por lo tanto se hace necesario apoyarse en las normas internacionales.

Por lo anterior se define como objeto de estudio a la población trabajadora de la **CONSTRUCTORA DURAN OCAMPO** que estén expuestos a vibraciones mecánicas por la manipulación de maquinaria amarilla en los diferentes procesos de la empresa. Es importante aclarar que, por ser un tamaño de población pequeño, el tamaño de la muestra va hacer igual a la población objeto de estudio, sin embargo, para garantizar el cumplimiento de los objetivos de la investigación se consideran necesario las siguientes actividades:

4.1. Etapa de Reconocimiento documental:

El objetivo de esta etapa es determinar la presencia o posibilidad de exposición en los procesos, métodos de trabajo e instalaciones, para ello se va a documentar la información relacionada con el factor de riesgo o factores ambientales en cuestión, en este caso exposición a vibraciones cuerpo entero. (4)

Respecto a la etapa del reconocimiento no se ha evidenciado o referenciado un método único de reconocimiento de los factores riesgo para vibraciones en humanos. Gutiérrez, A. (2001) expresa que “la experiencia del observador, el conocimiento de las características de los agentes: conocimiento en Higiene Industrial y el conocimiento del mecanismo de acción y de sus efectos en el ser humano: conocimiento en Medicina del Trabajo y de Toxicología Industrial” son elementos fundamentales en esta etapa.”

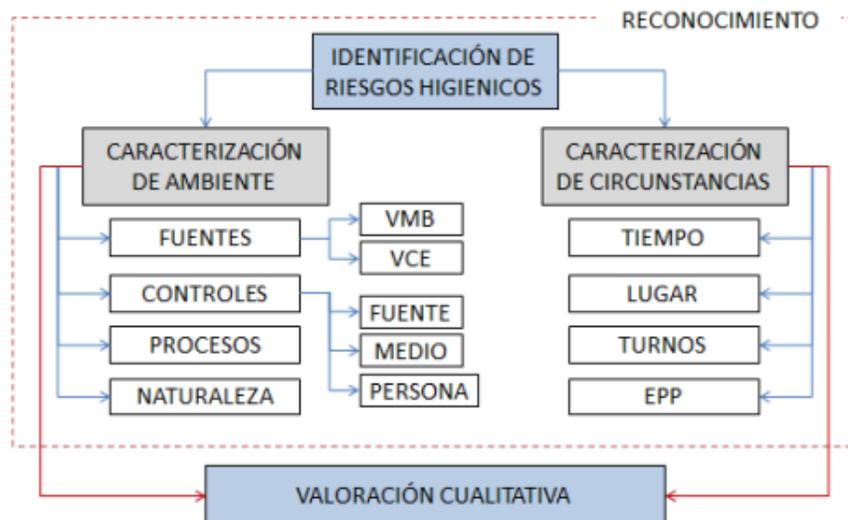


Figura 1. Mapa mental de la etapa de reconocimiento



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
Programa: Especialización en Ergonomía. Cohorte 2022.
Formato de Trabajo de Grado. Código: 7020-112.

Para esto se llevará a cabo la aplicación de una encuesta con el fin de obtener información de las condiciones sociodemográficas y laborales de los trabajadores que operan la maquinaria amarilla en la **CONSTRUCTORA DURAN OCAMPO**, acá se considerarán aspectos como:

4.1.1. Información sociodemográfica:

- Nombre
- Edad
- Sexo
- Escolaridad

4.1.2. Información laboral:

- Área
- Proceso
- Cargo u oficio
- Tiempo en la empresa
- Máquinas utilizadas
- Tareas realizadas
- Turnos de trabajo
- Elementos de protección personal usados
- Posición con el uso de la máquina

4.1.3. Condiciones de salud:

Se aplicará el cuestionario Nórdico de kuorinka indicando en el esquema del cuerpo la zona o área que presenta dolencia, con esto se busca clasificar la percepción del dolor por parte de los operarios en segmentos como el cuello, los hombros, los brazos, los codos, los antebrazos, las muñecas, las manos, la zona dorsal y lumbar, los muslos, las rodillas y los pies.

Con la información obtenida se hará la definición de los grupos de exposición similar (GES) (4) los cuales se pueden definir como “Un conjunto de trabajadores que comparten un mismo perfil de exposición hacia un agente o conjunto de agentes”.

4.2. Etapa de Reconocimiento en campo:

Se validará las máquinas en las cuáles se proyecta la medición son:

- Compresor MDVN + martillo + accesorios – Rotair
- Compresor MDVN + martillo + accesorios – Kaeser M50
- Cama baja
- Minicargador Caterpillar 236D3
- Minicargador Caterpillar 236D
- Retroexcavadora Hitachi Ex60-5
- Miniexcavadora Yanmar VIO-35



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
Programa: Especialización en Ergonomía. Cohorte 2022.
Formato de Trabajo de Grado. Código: 7020-112.

De estas se analizarán datos como

- Ficha técnica de la máquina.
- Tipo de máquina.
- Modelo.
- Tiempo de uso.
- Mantenimientos preventivos y correctivos.

4.3. Priorización del nivel de intervención:

Es importante hacer una buena selección de operaciones a intervenir y los tiempos en los cuáles se realizaría dicha actividad, para esto es importante tener en cuenta los siguientes aspectos (3):

- Identificación de las operaciones que se ejecutan en los diferentes procesos.
- Selección de las operaciones a medir identificadas como más críticas.

4.4. Definición de la estrategia de muestreo:

Para esto es necesario establecer unos criterios antes de realizar las mediciones, en este proceso enfocado en vibraciones cuerpo entero se debe tener en cuenta:

- Valor de la aceleración eficaz (rms) ponderada en frecuencia para cada eje (x, y, z), en unidades de m/s^2 .
- Tiempo diario de exposición para cada operación o actividad diferente que desarrolle durante la jornada de trabajo y que genere vibración al cuerpo entero, en horas.
- Valor de la dosis diaria de vibración (VDV) para cada eje, en unidades de $m/s^{1.75}$.
- Valor máximo transitorio de la vibración (MTVV) para cada eje, en m/s^2 .
- Valor cresta (CF), en m/s^2 .
- Valor pico (Lpk) de la vibración en m/s^2 .

Nota: Si la persona se encuentra expuesta a vibraciones por impacto o choques durante la jornada de trabajo, debe obtenerse la duración diaria de los impactos, en unidades de segundos

4.5. Medición de vibraciones en las máquinas:

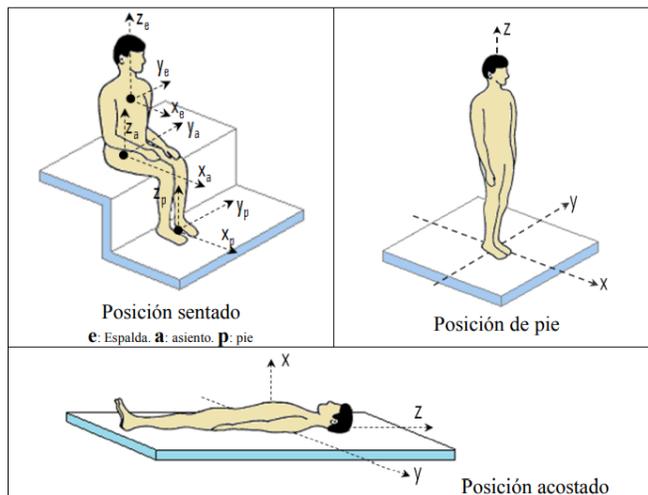
Con estas se busca determinar cuantitativamente los valores de vibración en un ciclo de trabajo a los que se exponen los trabajadores que manipulan las máquinas generadoras de vibraciones, se debe considerar antes de realizar dicho proceso los siguientes factores:

- Condiciones del terreno
- Condiciones comportamentales al conducir arrancadas, frenadas en brusco
- Estado del vehículo: suspensión, estado de la silla

Método equipos y herramientas usados: para llevar a cabo las mediciones de cuerpo entero se contará con un monitor de vibraciones el cual debe ser instalado de forma correcta.

Al momento de ubicar el equipo para la medición el acelerómetro debe hacerse en la base de apoyo de los pies de las personas que laboran de pie o que se identifique que le ingresan vibraciones por los pies, en el asiento de una silla para personas que laboran sentadas a quienes las vibraciones les ingresan por la pelvis y en el espaldar de la silla en personas que laboren sentados o acostados y se identifique que le ingresan vibraciones por la espalda.

Nota: Se deben consolidar todos los aspectos relevantes para la medición en el formato diseñado, dónde se registren tiempos de los ciclos de exposición y periodos de descanso, condiciones ambientales, elementos de protección usados, etc.



Eje x: a través del pecho Eje y: a través de los hombros Eje z: de pies a la cabeza

Figura 2. Sistema de coordenadas basimétricas para la medición de las vibraciones transmitidas por cuerpo entero.

Fuente: Libro Manual de vibraciones. Reconocimiento, evaluación y control. Página 135

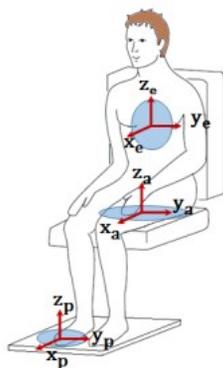


Figura 3. Vibraciones transmitidas al conjunto del cuerpo por la superficie de apoyo

Fuente: Libro Manual de vibraciones. Reconocimiento, evaluación y control. Página 55

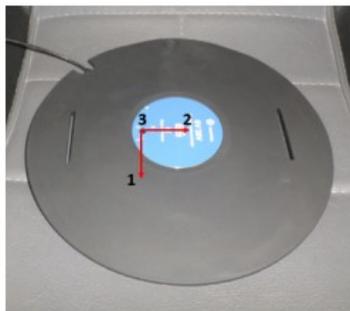


Figura 4. Acelerómetros triaxiales

Fuente: Libro Manual de vibraciones. Reconocimiento, evaluación y control. Página 55

4.6. Comparación de resultados:

En esta etapa se procede a validar las mediciones por cada grupo de exposición similar,

- Identificando si los datos siguen una distribución logarítmica normal con el fin de validar coincidencias en el nivel de riesgo.
- Calcular la desviación estándar.

Se utilizará el software para estadística Jamovi 2.2.5 (14) el cual es de uso público para determinar si los datos obtenidos siguen una distribución logarítmica normal, si no siguen una distribución Log normal deben analizarse las bitácoras para identificar a que se deben las diferencias encontradas en los resultados y así establecer la necesidad de conformar más GES; si esto se da es necesario ajustar cada GES y complementar las muestras requeridas para cada uno de ellos.

Objetivo específico	Variables	Fuente de información	Procedimiento de recolección de datos	Plan de análisis
Determinar el nivel de vibración al que se exponen los trabajadores al operar la maquinaria amarilla que tiene la empresa.	Cuantitativa	Encuesta sociodemográfica de los trabajadores: zona de trabajo, cargo, tareas, tipo de exposición, posibles efectos, herramienta y maquinaria utilizada, jornada de trabajo, cuánto tiempo está sentado en el equipo, tiempo de exposición real, molestias físicas que, presentadas, entre otras, con el fin de priorizar el foco de intervención Resultados de medición	De forma física y presencial se hace validación de las condiciones para medir. Extraer información de los resultados del monitor de vibraciones	El plan de análisis para esta variable consiste en que una vez se terminen las mediciones, los resultados serán extraídos del monitor de vibraciones por medio de la interfaz del software CRIFEER se llevará a cabo el análisis de los resultados, cálculos para determinar exposición diaria a vibraciones en m/s ² , valores límites permisibles, valores que



				dan lugar a acción (TLV, NA), tiempos máximos de exposición, valor de la dosis entre otros.
Comparar los resultados obtenidos de la medición de vibración con los TLV de vibraciones establecidos para validar si representan un riesgo para la salud de los trabajadores.	Cualitativa Cuantitativa	Valores límites permisibles, valores que dan lugar a acción (TLV, NA), tiempos máximos de exposición, valor de la dosis entre otros. Normatividad asociada	Extraer información de los resultados del monitor de vibraciones Cálculos numéricos para comparación de resultados	Para este análisis se realizará un comparativo entre los resultados obtenidos y la normatividad que se tiene establecida.
Establecer cuáles son los efectos a la salud a los que se exponen los trabajadores de la empresa por las vibraciones cuerpo entero al operar la maquinaria.	Cualitativa	Resultados de medición Tiempo de exposición	Extraer información del equipo	Se realizará un análisis descriptivo y revisión bibliográfica de los principales efectos a la salud de la maquinaria evaluada con los resultados obtenidos en el proyecto investigativo.

Tabla 2. Resumen por objetivo

Nombre de la variable	Definición	Naturaleza	Nivel de medición	Unidad de medida	Categorías o valores
Valor de la aceleración eficaz	Aceleración eficaz ponderada en frecuencia para cada eje (X, Y, Z)	Cuantitativa Continua	Intervalo	m/s ²	Valores de la recta real
Tiempo diario de exposición	Por cada operación o actividad diferente que se desarrolle durante la jornada y que genere vibración al cuerpo entero (CE), en horas	Cuantitativa Continua	Intervalo	Tiempo (horas)	Valores de la recta real



Dosis de vibración (VDV)	Valor de la dosis diaria de vibración (VDV) para cada eje.	Cuantitativa Continua	Intervalo	m/s 1,75	Valores de la recta real
Valor máximo transitorio de la vibración (MTVV)	Calcular para cada eje	Cuantitativa Continua	Intervalo	m/s 2	Valores de la recta real
Valor cresta (CF)	Se define como el cociente del valor pico de la vibración sobre el valor rms correspondiente	Cuantitativa Continua	Intervalo	m/s2	Valores de la recta real
Valor pico (Lpk)	Es el valor máximo de una magnitud, en un intervalo dado	Cuantitativa Continua	Intervalo	m/s2	Valores de la recta real
Comparación TLV vibración	Determinar si los valores obtenidos superan los recomendados por la normatividad	Cualitativa	Nominal		Cumple / No cumple
Posibles efectos en la salud	Determinar los efectos a la salud de acuerdo los resultados	Cualitativa	Nominal		Efectos agudos / Efectos a largo plazo

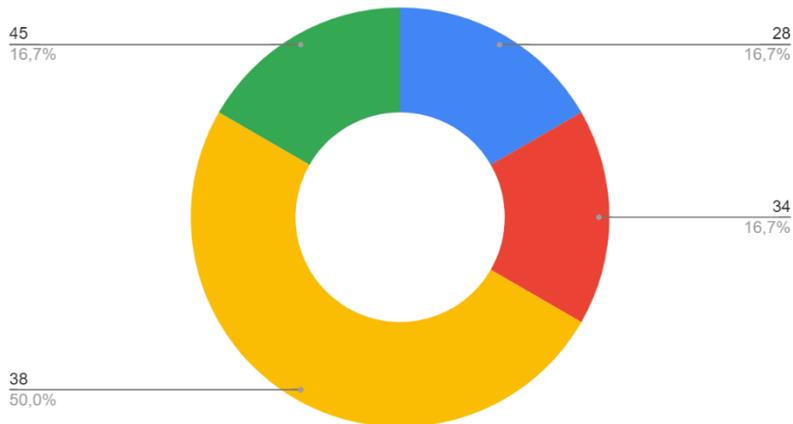
Tabla 3. Tabla de operacionalización de las variables

5. RESULTADOS

5.1. Etapa de Reconocimiento documental:

- **Edad**

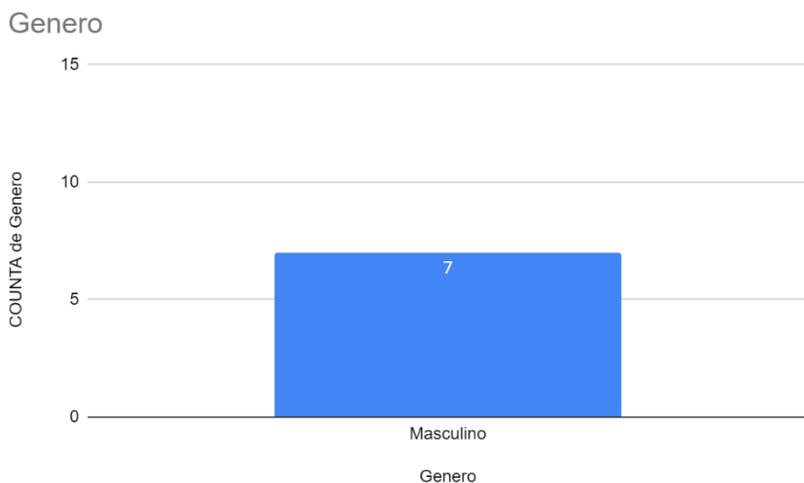
Edad



Se evidencia que la mitad de la población evaluada se encuentra en los 38 años.

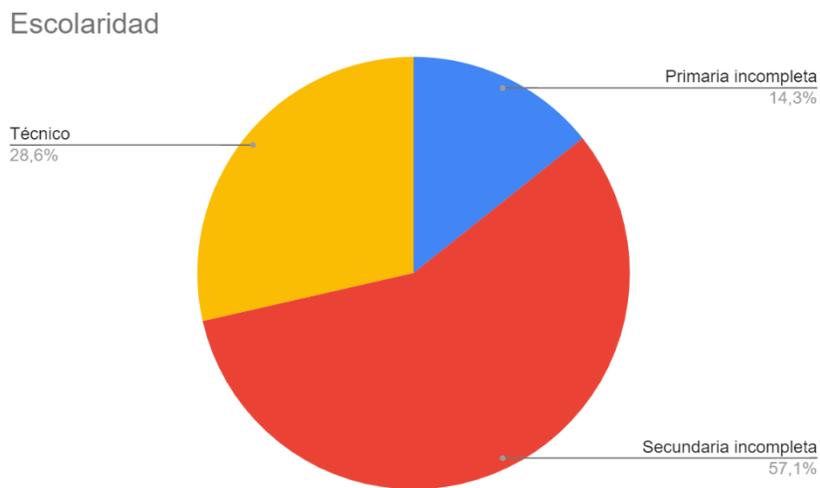


- **Género**



El 100% de la población es de género masculino.

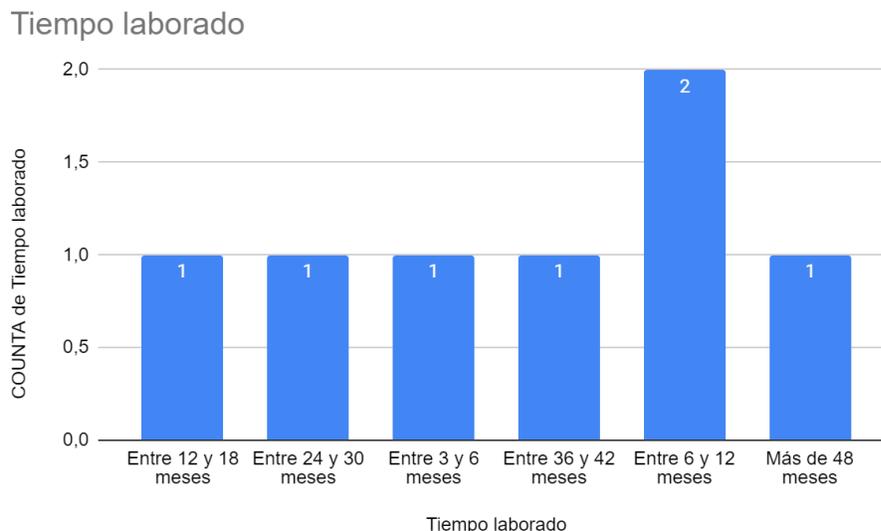
- **Escolaridad**



La mayoría de la población se encuentra en un nivel de escolaridad básico puesto que no se ha terminado la secundaria.



- **Tiempo laborado**



La mitad de los evaluados llevan aproximadamente 1 año dentro de la compañía y la otra mitad más de dos años.

- **Reporte de máquinas utilizada, según la cantidad de empleados que tienen autorizado su uso:**

Equipo	Cantidad
Compresor MDVN + Martillo + Accesorios Rotair	4
Compresor MDVN + Martillo + Accesorios Kaeser M50	2
Minicargador caterpillar 236B3	2
Minicargador caterpillar 236D	2
Minicargador caterpillar 263D3	3
Retroexcavadora Hitachi Ex60-5	3
Miniexcavador Yanmar Vio-35	3
Miniexcavador Yanmar VIO-50	1
Retroexcavadora 416	1
Planchón Basculante	1



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
Programa: Especialización en Ergonomía. Cohorte 2022.
Formato de Trabajo de Grado. Código: 7020-112.

- **Elementos de protección utilizados**

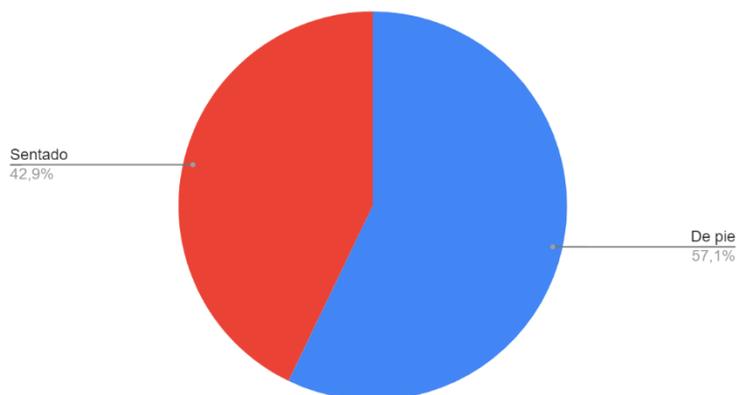
Según reportes de los trabajadores para la realización de sus tareas usan botas, guantes, casco, gafas, protección auditiva.

- **Horario de trabajo**

Todos los trabajadores realizan sus labores en un horario diurno.

- **Posición de trabajo**

Posición de trabajo

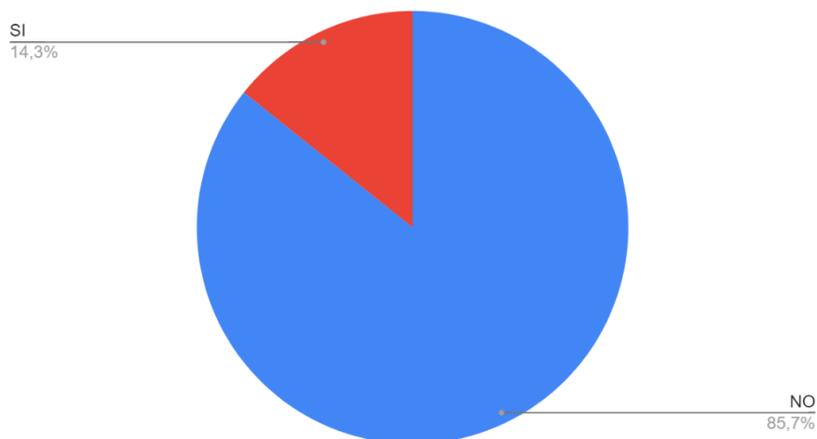


La mayoría de los trabajadores trabaja en posición bípeda.

- **Condiciones de salud:**

- **Molestias en cuello**

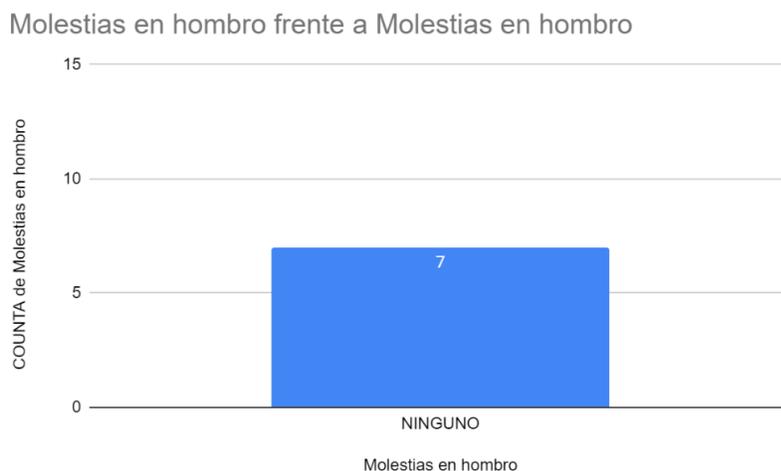
Molestias en cuello



Solo una persona reporta molestias en cuello, este indica que las ha presentado ocasionalmente durante los últimos doce meses, en donde cada episodio dura entre 1 y 24 horas.



- **Molestias en el hombro.**



Ninguna persona reporta sintomatología en hombros.

- **Molestias en dorsal o lumbar**



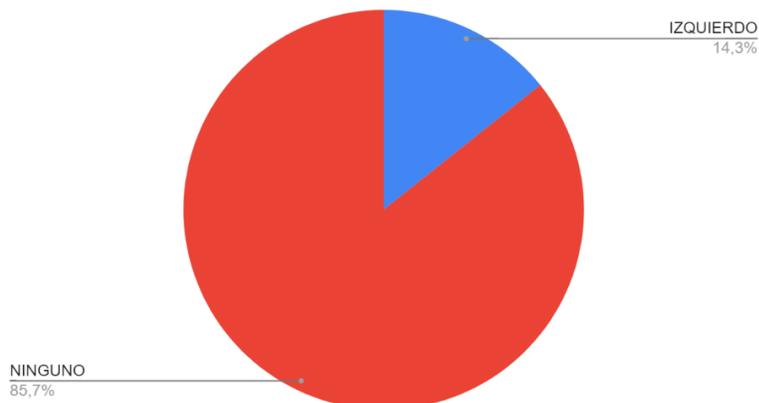
Dos personas reportan molestias en la zona dorsal o lumbar, una de ellas reporta variada sintomatología, por lo que debe ser evaluado de una forma más específica, este indica que presenta la molestia frecuentemente durante los últimos 12 meses entre 8 a 30 días, dando una calificación subjetiva de 2 en un rango de 1 a 5 y refiriendo que esto es debido a la posición y la repetición de ciertos movimientos, mientras que el otro trabajador solo reporta esta



sintomatología pero en una clasificación de la molestia en 3 y refiriendo de igual forma que le atribuye la molestias a la posición constante y las condiciones de la silla.

- **Molestias en codo o antebrazo**

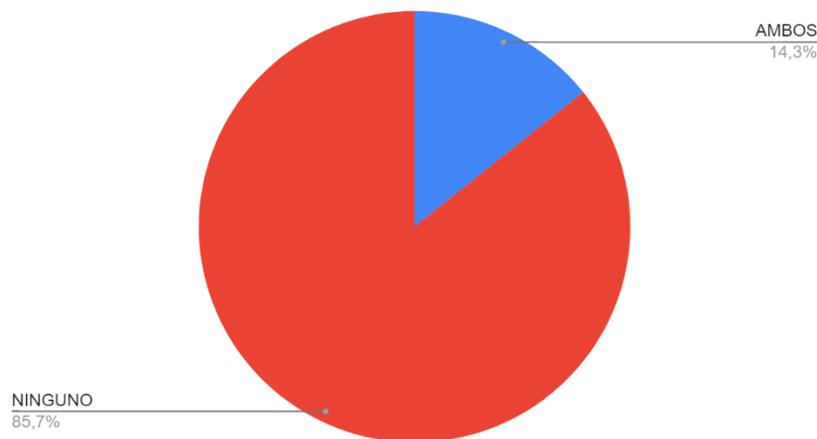
Molestias en codo o antebrazo



Una persona reporta sintomatología en codo o antebrazo, la cual es la misma que ha reportado sintomatología en otros segmentos, indica que es ocasional, durante los últimos 12 meses ha tenido la molestia entre 1 a 7 días.

- **Molestias en muñeca o mano**

Molestias en muñeca o mano



Una persona reporta sintomatología en muñeca o mano, indicando que presenta la molestia ocasionalmente y durante los últimos 12 meses se ha presentado entrar 1 a 7 horas con una intensidad de de 1 a 24 horas.



5.2. Etapa de Reconocimiento en campo:

Al realizar la validación de la información sociodemográfica, laboral y las condiciones de salud, se determinó que las mediciones a realizar se llevarán a cabo, en aquellas máquinas en donde los trabajadores manifestaron que presentaban molestias al operarlas, las máquinas seleccionadas son las siguientes:

- Minicargador Caterpillar 236D3
- Retroexcavadora Hitachi Ex60-5
- Miniexcavadora Yanmar VIO-35

Medición 1

Tipo: Miniexcavadora Yanmar VIO-35
Horometro: 2421
Módulo: 2018
Marca: Yanmar
Último mantenimiento: Noviembre 12 de 2022
Hoja de vida: Anexo 1



Medición 2

Tipo: Retroexcavadora Hitachi EX60-5
Horometro: 7989
Modelo: 2001
Marca: Hitachi
Último mantenimiento: Noviembre 12 de 2022
Hoja de vida: Anexo 2





Medición 3

Tipo: Minicargador 236D3

Horometro: 1025

Modelo: 2021

Marca: Caterpillar

Último mantenimiento: Noviembre 10 de 2022

Hoja de vida: Anexo 3



5.3. Priorización del nivel de intervención:

De acuerdo a los resultados de la encuesta sociodemográfica en la que los trabajadores manifestaron presentar molestias cuando operan ciertas máquinas, el trabajo de medición se enfocó en aquellas donde el operario debe permanecer más tiempo en posición sedente, con esto determinar posiblemente de donde proviene la molestia si es generada por las vibraciones o por la posición que adquiere el trabajador al operar el equipo.

5.4. Definición de la estrategia de muestreo:

El muestreo para hacer la medición en campo se realizó al 100% de las máquinas en las que los trabajadores manifestaron presentar algún tipo de molestia al operar estas, razón por la cual se procedió en campo hacer las mediciones.

Una vez acordada el lugar para llevar a cabo las mediciones, se procedió de la siguiente manera:

- Selección del equipo según el tipo de medición a realizar (cuerpo entero).
- Disponer el plato en el asiento del trabajador e instalar el equipo en el bolsillo de este para evitar que se fuera a caer en medio de la medición.
- Registro de la información necesaria de campo en la bitácora de medición.
- Una vez terminado el tiempo de medición, se procede primero a retirar el equipo del bolsillo del trabajador y el plato del asiento, procurando que la conexión entre el equipo y el plato no se desprenda para garantizar en todo momento un buen registro de la medición.
- Por último se guardan los datos en el equipo y se verifica que estos se registren de forma adecuada antes de retirarse del lugar de la medición.



5.5. Medición de vibraciones en las máquinas:

5.5.1. Identificación de maquinaria en campo

Se realiza visita en obra ubicada en el tramo 2 del proyecto “construcción de obras civiles e implementación de las actividades comprendidas en la licencia ambiental para canalización de redes subterráneas y aéreas de energía asociadas al proyecto ampliación y modernización de la subestación rodeo 110-44-13.2 kv”, en dónde se realizan las mediciones

Registro fotográfico

Medición 1:



Medición 2:



Medición 3:





5.5.2. Medición

Se utiliza el medidor de vibración para cuerpo entero, este es fabricado en Brasil, se adjunta ficha técnica de equipo (Anexo 4) y certificado de calibración (Anexo 5)



5.5.3. Bitácora de la medición: se relaciona la ficha de recolección de datos en campo de cada una de las mediciones, acá se indican los datos relevantes en el momento de la toma de datos:

Se reporta la bitácora de medición de las máquinas evaluadas describiendo:

- Nombre completo del operario.
- Edad.
- Talla.
- Peso.
- Horario de trabajo.
- Descripción del equipo.
- Naturaleza del terreno.
- Posición y características del asiento.
- Frecuencia de las actividades que realiza.
- Tiempo de descanso.
- Tipo de vibración.
- Forma de manejar u operar el equipo o maquinaria.
- Interrupciones en la operación.

Están se relacionan en el Anexo 8: Bitácoras de medición.



5.5.4. Resultados:

Se adjunta los datos generales resultantes de las mediciones mencionadas anteriormente en cada uno de los eventos (anexo 6).

Se valida la configuración del equipo y la conectividad del mismo antes de realizar las mediciones con el fin de garantizar que este estuviera en óptimas condiciones, para lo cual reporta:

Configuración

Evento: 1		Tarea: Ensaio19	
Ponderación de tiempo: Rápida (F)	Ponderación de frecuencia	Factor de multiplicación	
Tiempo de la muestra [s]: 2	X: Wd	X: 01,40	
Comienzo: 13:31:30	Y: Wd	Y: 01,40	
Fin: 13:38:32	Z: Wk	Z: 01,00	
Duración: 00:07:05			
Tiempo de exposición: 08:00:00			
Tiempo en pausa: 00:00:00			

Sensor

Nombre: CR-100	Sensibilidad [mV/g]
NS: 52000229	X: 117,50
	Y: 115,00
	Z: 115,50

Los datos arrojados para cada una de las mediciones fueron analizados en un software CRIFEER, en dónde se reportan los siguientes datos para cada uno de los equipos:

Medición 1: Miniexcavadora Yanmar VIO-35

Posición: Sentado

Tiempo de exposición: 8 horas

EJE	Lpk	aw	VDVm	VDVexp	MTVV	CF
X	1.75	0.14	4.07	16.4	2.75	12.1
Y	1.26	0.11	2.58	10.4	1.43	11.2
Z	8.01	0.1	3.06	8.8	1.45	76.6

Medición 2: Retroexcavadora Hitachi EX60-5

Posición: Sentado

Tiempo de exposición: 8 horas

EJE	Lpk	aw	VDVm	VDVexp	MTVV	CF
X	0.05	0.17	5.28	21.7	2.94	0.3
Y	0.08	0.11	3.33	13.7	2.11	0.7
Z	0.76	0.16	3.26	9.6	1.41	4.7



Medición 3: Minicargador 236D3

Posición: Sentado

Tiempo de exposición: 8 horas

EJE	Lpk	aw	VDVm	VDVexp	MTVV	CF
X	1.38	0.31	3.71	16.6	1.56	4.4
Y	1.92	0.17	2.64	11.8	1.31	11.4
Z	3.47	0.41	6.82	21.8	2.5	8.5

5.5.5. Análisis de la información

5.5.5.1. Según la Directiva 2202/44/Ce

- **Validación de dosis**

Valor eficaz de la magnitud de las vibraciones en m/s² (Av)

$$Av = \max[1,4 awx ; 1,4 awy ; 1 awz]$$

Valor global ponderado de la vibración m/s² (avg)

$$avg = \sqrt{(1,4 awx)^2 + (1,4 awy)^2 + (1 awz)^2}$$

Exposición diaria a las vibraciones m/s² (A8)

$$A8 = \sqrt{\frac{ti}{t0}}$$

Dónde:

ti: tiempo diario de exposición en horas

t0: tiempo de referencia 8 horas

Valor dosis de vibración m/s^{1,75} (VDV8)

$$VDV8 = VDV_{wb} \sqrt[4]{\frac{ti}{t0}}$$

Dónde:

VDV_{wb}: Valor de la dosis de vibración para cada eje



Valor de la dosis de vibración para cada eje $m/s^{1,75}$ (VDVwb)

$$VDV_{wb} = \max [1,4 * VDV_{exp x}; 1,4 * VDV_{exp y}; 1 * VDV_{exp z}]$$

Ti: tiempo de exposición

T0: tiempo de trabajo

Al aplicar las anteriores fórmulas se obtiene lo siguiente:

Medición 1:

Ti	T0	av	avg	A8	VDVwb	VDV8
8	8	0.28	0.27	0.202	22.96	22.96

- El resultado de la exposición diaria a vibraciones (A8) es de 0,202 m/s^2 , este indica que la exposición diaria a vibraciones para el conductor de la retroexcavadora, no supera el límite permisible de 1,15 m/s^2 según la directiva 2002/44/CE por ende no da lugar a una acción ya que no supera el valor de 0,5 m/s^2 .
- El resultado del valor dosis de vibraciones (VDV8) es de 22,96 $m/s^{1,75}$, este indica que la exposición del conductor de la retroexcavadora supera el valor del límite permisible de 21 $m/s^{1,75}$ según la directiva 2002/44/CE, y supera el valor que da lugar a una acción de 9,1 $m/s^{1,75}$.
- En conclusión el trabajador podrá laborar durante la jornada de 8 horas expuesto a los niveles de vibración medidos.

Medición 2:

Ti	T0	av	avg	A8	VDVwb	VDV8
8	8	0.24	0.33	0.245	30.38	30.38

- El resultado de la exposición diaria a vibraciones (A8) es de 0.245 m/s^2 , este indica que la exposición diaria a vibraciones para el conductor de la retroexcavadora, no supera el límite permisible de 1,15 m/s^2 según la directiva 2002/44/CE por ende no da lugar a una acción ya que no supera el valor de 0,5 m/s^2 .
- El resultado del valor dosis de vibraciones (VDV8) es de 30,38 $m/s^{1,75}$, este indica que la exposición del conductor de la retroexcavadora, supera el valor del límite permisible de 21 $m/s^{1,75}$ según la directiva 2002/44/CE, y supera el valor que da lugar a una acción de 9,1 $m/s^{1,75}$.
- Este resultado tiene relación con lo observado en campo, puesto que el trabajador tenía una forma de manejo más acelerada.



- En conclusión el trabajador podrá laborar durante la jornada de 8 horas expuesto a los niveles de vibración medidos, siempre y cuando se tomen los controles que dan lugar a las acciones requeridas.

Medición 3:

Ti	T0	av	avg	A8	VDVwb	VDV8
8	8	0.43	0.64	0.43	23.24	23.24

- El resultado de la exposición diaria a vibraciones (A8) es de 0,43 m/s², este indica que la exposición diaria a vibraciones para el conductor del minicargador, no supera el límite permisible de 1,15 m/s² según la directiva 2002/44/CE por ende no da lugar a una acción ya que no supera el valor de 0,5 m/s².
- El resultado del valor dosis de vibraciones (VDV8) es de 23,24 m/s^{1,75}, este indica que la exposición del conductor del minicargador supera el valor del límite permisible de 21 m/s^{1,75} según la directiva 2002/44/CE, y supera el valor que da lugar a una acción de 9,1 m/s^{1,75}.
- Este resultado tiene relación con lo observado en campo, puesto que el trabajador tenía que hacer movimientos rápidos sobre el mismo material que se encontraba en vía pública.
- En conclusión el trabajador podrá laborar durante la jornada de 8 horas expuesto a los niveles de vibración medidos, siempre y cuando se tomen los controles que dan lugar a las acciones requeridas.

5.5.5.2. Validación de tiempos de exposición:

Para el valor eficaz de la magnitud de las vibraciones (av), se calcula los tiempos máximos de exposición antes de alcanzar los límites permisibles y los valores que den lugar a una acción respectivamente

Tiempo máximo de exposición antes de alcanzar el límite permisible (Ttlv)

$$T_{tlv} = \left(\frac{1,15 \text{ m/s}^2}{av} \right)^2 * 8 \text{ horas}$$

Tiempo máximo de exposición antes de alcanzar el valor que da lugar a una acción (Tna)

$$T_{na} = \left(\frac{0,5 \text{ m/s}^2}{av} \right)^2$$

Medición 1:

Ttlv	Tna
275.4	52.06



- El trabajador puede operar la retroexcavadora durante 275,4 horas expuesto a las vibraciones medidas, lo que supera una jornada laboral por lo tanto no representa un riesgo a su salud y 52,06 horas antes de alcanzar los valores que dan lugar a una acción, teniendo en cuenta el valor eficaz de la magnitud de las vibraciones.
- En conclusión las vibraciones generadas por la retroexcavadora Yanmar, no representan un factor de riesgo para la salud del trabajador, y este podría laborar diariamente sin alcanzar los valores que den lugar a una acción.

Medición 2:

Ttlv	Tna
186.8	35.31

- El trabajador puede operar la máquina durante 186,8 horas expuesto a las vibraciones medidas, lo que supera una jornada laboral por lo tanto no representa un riesgo a su salud y 35,31 horas antes de alcanzar los valores que dan lugar a una acción, teniendo en cuenta el valor eficaz de la magnitud de las vibraciones.
- En conclusión las vibraciones generadas por la retroexcavadora Hitachi, no representan un factor de riesgo para la salud del trabajador, y este podría laborar diariamente sin alcanzar los valores que den lugar a una acción.

Medición 3:

Ttlv	Tna
56.2	10.62

- El trabajador puede operar la máquina durante 186,8 horas expuesto a las vibraciones medidas, lo que supera una jornada laboral por lo tanto no representa un riesgo a su salud y 35,31 horas antes de alcanzar los valores que dan lugar a una acción, teniendo en cuenta el valor eficaz de la magnitud de las vibraciones.
- En conclusión las vibraciones generadas por el minicargador no representan un factor de riesgo para la salud del trabajador, y este podría laborar diariamente sin alcanzar los valores que den lugar a una acción.

5.5.5.3. SEGÚN ACGIH

Los niveles de vibración máxima a los que expone el trabajador se calculan mediante:

TLV

$$TLV = \frac{2,4497 \text{ m/s}^2}{\sqrt{8}}$$



Nivel de acción (NA)

$$NA = \frac{1,2249m/S^2}{\sqrt{8}}$$

Tiempo máximo de exposición antes de alcanzar el valor del Ttlv

$$T_{tlv} = \frac{6,0012}{(a_{vg})^2} \text{ horas}$$

Tiempo máximo de exposición antes de alcanzar el nivel de acción (Tna)

$$T_{na} = \frac{1,5003}{(a_{vg})^2} \text{ horas}$$

Nota: Se selecciona el a_{vg} debido a que la aceleración total ponderada rms es similar a lo largo de los 3 ejes.

Medición 1

TLV	NA	Ttlv	Tna
0.866	0.433	22.34	5.59

- Para 8 horas diarias de trabajo el operador sólo puede exponerse a un nivel de vibración (a_v) de 0,866 m/s² como valor límite permisible y a 0,433 m/s² como valor de nivel de acción.
- Para la retroexcavadora Yanmar, el valor global ponderado de vibración (a_{vg}) obtenido es de 0,27 m/s², por lo que se puede inferir que la exposición del trabajador no supera el límite permisible y no requiere una acción de intervención.
- Para la ACGIH el trabajador se podría exponer a 22,34 horas diarias, es decir a toda la jornada laboral sin tener riesgo y 5.59 horas antes de alcanzar valores que den lugar a una acción.

Medición 2

TLV	NA	Ttlv	Tna
0.866	0.433	18.44	4.61

- Para 8 horas diarias de trabajo el operador sólo puede exponerse a un nivel de vibración (a_v) de 0,866 m/s² como valor límite permisible y a 0,433 m/s² como valor de nivel de acción.
- Para la retroexcavadora Hitachi, el valor global ponderado de vibración (a_{vg}) obtenido es de 0,33 m/s², por lo que se puede inferir que la exposición del trabajador no supera el límite permisible y no requiere una acción de intervención.
- Para la ACGIH el trabajador se podría exponer a 18,44 horas diarias, es decir a toda la jornada laboral sin tener riesgo y 4,61 horas antes de alcanzar valores que den lugar a una acción, por lo que debe períodos de recuperación.



Medición 3

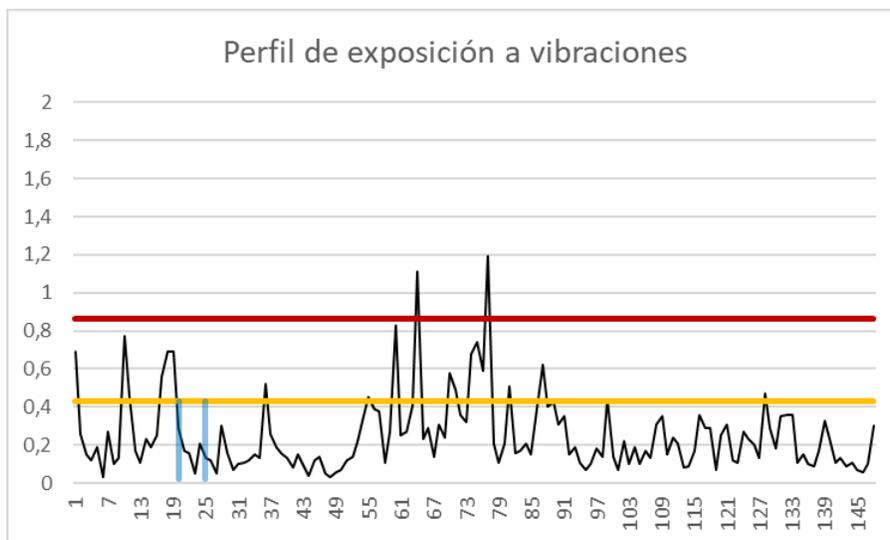
TLV	NA	Ttlv	Tna
0.866	0.433	9.34	2.33

- Para 8 horas diarias de trabajo el operador sólo puede exponerse a un nivel de vibración (av) de 0,866 m/s² como valor límite permisible y a 0,433 m/s² como valor de nivel de acción.
- Para la retroexcavadora el valor global ponderado de vibración (avg) obtenido es de 0,64 m/s², por lo que se puede inferir que la exposición del trabajador no supera el límite permisible y no requiere una acción de intervención.
- Para la ACGIH el trabajador se podría exponer a 9,34 horas diarias, es decir a toda la jornada laboral sin tener riesgo y 2,33 horas antes de alcanzar valores que den lugar a una acción, por lo que debe períodos de recuperación.

5.5.5.4. Verificación del tiempo de exposición en el que se alcanza la exposición diaria a vibraciones

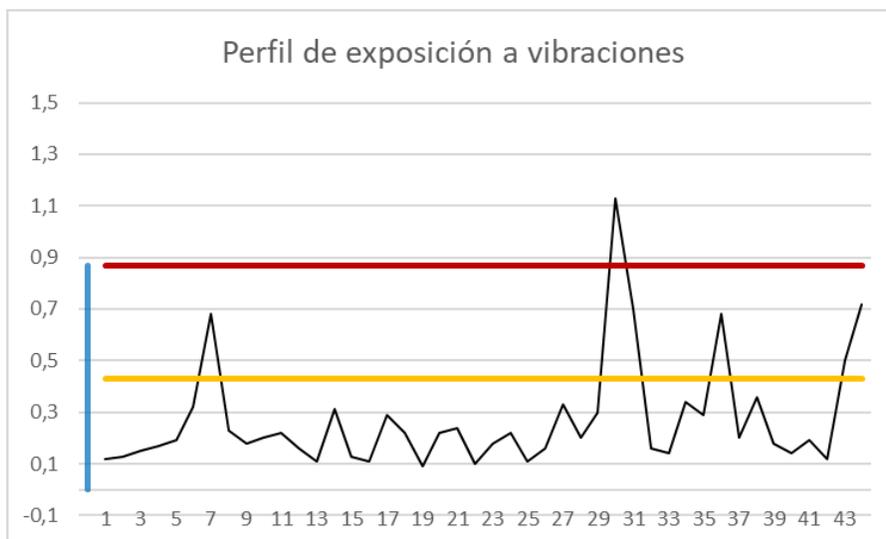
Mediante al Anexo 7: Cálculo de tiempo de exposición, se demuestra que los resultados tienen concordancia con los cálculos realizados para determinar los tiempos de exposición, adicional a esto mediante el software CRIFFER, se determina el perfil de exposición a vibraciones, el cual genera el siguiente resultado:

Medición 1:

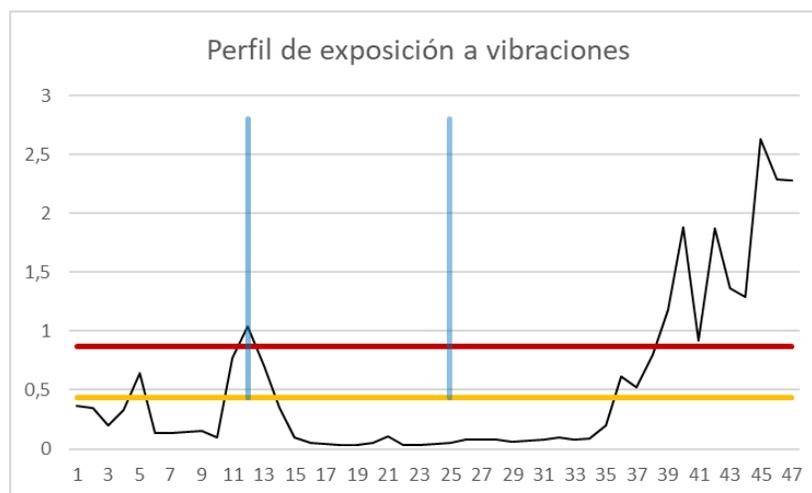




Medición 2:



Medición 3:



Interpretación de gráficas

Mediante la gráfica podemos evidenciar el comportamiento de las vibraciones durante el tiempo de medición, observando que la exposición está por debajo del nivel de acción (línea amarilla) y que en algunos supera el TVL (línea roja) lo que se puede ser generado por movimientos bruscos en la operación del equipo.



6. DISCUSIÓN

	TIEMPOS DE EXPOSICIÓN					
	MEDICIÓN 1		MEDICIÓN 2		MEDICIÓN 3	
	Ttlv	Tna	Ttlv	Tna	Ttlv	Tna
DIRECTIVA	275.4	52.06	186.8	35.31	56.2	10.62
ACGIH	22.34	5.59	18.44	4.61	9.34	2.33

Los trabajadores entrevistados son todos hombres entre los 28 y 45 años, la mayoría de ellos tiene un grado de escolaridad terminado con la secundaria incompleta y llevan en promedio lleva laborando en la empresa aproximadamente un año, dos operarios reportan molestias en los diferentes sectores de cuello, dorsal o lumbar, codo o antebrazo, y muñeca, de los cuales uno de ellos es la persona más joven evaluada y quien reporta mayores sintomatología en los últimos meses, lleva en la compañía más de 48 meses y reporta operar el minicargador caterpillar 236B, minicargador caterpillar 236D, minicargador caterpillar 263D, retroexcavadora Hitachi Ex60-5, miniexcavador Yanmar Vio-3, miniexcavador Yanmar VIO-, retroexcavadora 416 y planchón Basculante.

Con respecto a las máquinas al hacer la revisión de las hojas de vida de las mismas se identifica que tienen mantenimientos periódicos tanto preventivos como lo son la tensión de cadenas, el cambio de aceite y filtros, el cambio de dientes, cambio de baterías, entre otros y correctivos como el cambio de lámparas y orring de gato de boom, el mantenimiento de sistema hidráulico, el refuerzo de paredes de balde y cambio de dientes, el cambio de empaquetadura de banco de valvulas y cambio de aceite hidráulico, entre otros, con lo anterior podemos concluir que las máquinas están en buen estado y tienen un seguimiento constante para evitar sucesos extraordinarios, garantizando que el aporte de vibraciones sea menor por este factor.

Luego de realizadas las mediciones en la maquinaria seleccionada, las cuales fueron, para la medición uno miniexcavadora Yanmar VIO-35, para la medición dos retroexcavadora Hitachi EX60-5 y para la medición 3 un minicargador 236D3, se analizan los datos utilizando la metodología de la Directiva 2002/44/CE y la de la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), con el fin de poder comparar los resultados obtenidos para tiempos de exposición antes de alcanzar el TLV y el tiempo máximo de exposición antes de alcanzar el nivel de acción, con esto encontramos que los datos resultantes al usar la ACGIH son más restrictivos en cuanto al tiempo de exposición, lo que permite generar mayor control en los efectos a los operadores evitando superar los límites permisibles y determinar los periodos de trabajo y recuperación.

En los datos analizados la medición tres es decir la que corresponde al minicargador la consideramos como la más crítica debido a que los tiempos de exposición deben ser más cortos según las metodologías utilizadas, esto mismo tiene relación directa con lo observado durante la medición realizada en campo, donde el trabajador debía operar la máquina para transportar el material, el cual tenía que maniobrar generando movimientos bruscos puesto que para alcanzarlo debía pasar por encima del montículo de arena lo que implicaba un sobreesfuerzo para el equipo y para acceder a este, adicional al trabajar en vía pública el tiempo de intervención era controlado por un auxiliar de tránsito que controla el flujo de vehículos y en los tiempos que se habilitaba para trabajar el operador de minicargador debía hacerlo rápido para optimizar el transporte de material.

Con respecto a las mediciones en la miniexcavadora Yanmar VIO-35 y la retroexcavadora Hitachi EX60.-5 se observa que se tienen tiempos de exposición antes de alcanzar el nivel de acción similares, es importante



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
Programa: Especialización en Ergonomía. Cohorte 2022.
Formato de Trabajo de Grado. Código: 7020-112.

mencionar que el operario de la retroexcavadora (medición 2), realizaba movimientos más rápidos y bruscos y tuvo que hacer varios paros debido a que al movimiento del brazo el material podría regarse sobre la vía pública de circulación impidiendo un tránsito vehicular, mientras que el operador de la medición uno, debía hacer movimientos más coordinados y suaves ya que este debía desplazarse sobre la brecha para extraer el material de la excavación y cargar la volqueta, por consiguiente los resultados obtenidos de la medición eran menos restrictivos que en los otros dos casos.

En conclusión podríamos decir que ninguna de las máquinas genera un riesgo para la salud siempre y cuando se cumplan con los tiempos de trabajo y recuperación, ya que por resultados obtenidos no se considera aparentemente un riesgo y las molestias que registran los trabajadores puede ser producto de la posición al estar gran parte del tiempo en posición sedente y a las condiciones de las sillas que no permiten un ajuste a las condiciones antropométricas del operario

Otro aspecto a tener en cuenta dentro del trabajo realizado es que en todos los casos la condición del piso era aceptable, debido a que la maquinaria se desplazaba sobre pavimento, pero no siempre está condición pasa en obra donde se puede encontrar terrenos de difícil acceso o en mal estado que pueden aportar al tema de vibración propiciando que el factor de riesgo aumenta para los trabajadores.

Se deben establecer periodos de descanso más largos para el operario del minicargador en comparación con los operarios de las retroexcavadoras.

En ninguno de los casos de las mediciones realizadas se supera el valor del TLV según la ACGIH.

7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo a la reglamentación nacional y conforme a la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, para la ejecución del presente trabajo investigativo se establece los siguientes:

- Es una investigación sin riesgo: ya que es una investigación de tipo exploratoria y en donde no se realiza ninguna intervención Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.
- El proyecto investigativo será realizado por profesionales con conocimiento en la materia y acompañado en todo momento de un experto técnico en la materia quien supervisará la metodología ejecutada y en el análisis de los resultados.
- Se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación, identificándose sólo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice.
- Experiencia para cuidar la integridad del ser humano bajo la responsabilidad de una entidad de salud, supervisada por las autoridades de salud, siempre y cuando cuenten con recursos humanos y materiales necesarios que garanticen el bienestar del sujeto de investigación.

8. CONCLUSIONES

- El riesgo de exposición a vibraciones de acuerdo a los resultados de las mediciones realizadas, no presentan aparentemente un riesgo para la salud de los trabajadores ya que no superan los valores permitidos (TLV) y los tiempos para alcanzar estos valores superan la jornada laboral, lo que indica que pueden trabajar durante el turno si superar el umbral permitido.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
Programa: Especialización en Ergonomía. Cohorte 2022.
Formato de Trabajo de Grado. Código: 7020-112.

- De las tres máquinas en las que se realizaron las mediciones la que presentan valores más restrictivos es el Minicargador Caterpillar 263D3, ya que el tiempo para alcanzar el nivel de acción es de 2,33 horas, es decir es el tiempo máximo que puede trabajar de forma continua antes de superar este, lo que implica que se deben establecer muy bien los tiempos de recuperación y garantizar que estos se lleven a cabo en campo.
- Los datos del análisis de las mediciones tienen relación con lo evidenciado en campo, ya que lo observado ratifica el resultado obtenido para cada una de las máquinas.
- El trabajador que lleva más tiempo en la compañía es quien reporta mayor dolencia, lo que debe ser analizado pues los resultados obtenidos no superan los valores permitidos en todas las mediciones, lo que podría generar estas sería la posición o la condición del asiento el cual no es objeto de estudio en este caso.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Valor agregado en la construcción de edificaciones creció 11,6% durante 2021 | Camacol [Internet]. [cited 2022 Aug 4]. Available from: <https://camacol.co/actualidad/noticias/valor-agregado-en-la-construccion-de-edificaciones-crecio-116-durante-2021>
2. Velasco Mayor IR. INCIDENCIA DE ACCIDENTES LABORALES Y ENFERMEDADES OCUPACIONALES EN LA CONSTRUCTORA MIGUEL ANGEL AUAD Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGO DE TRABAJO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SART. 2013;23-4.
3. IDEARA S. VIBRACIONES MECÁNICAS. FACTORES RELACIONADOS CON LA FUENTE Y MEDIDAS DE CONTROL. España; 2014.
4. Suanavas Bermudez PTCOGGALRACJ. HIGIENE INDUSTRIAL Reconocimiento-Evaluación-Control.
5. rer nat Alwin Luttmann Dr-Ing Matthias Jäger Dra med Barbara Griefahn PP, med sc Gustav Caffier med Falk Liebers Dipl-Ing Ulf Steinberg A, Solasaari Pekki T. Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo.
6. Ormeño Bazurto Alfredo. Riesgo físico y enfermedades profesionales en trabajadores que operan equipos de vibración en construcciones civiles. Riesgo físico y enfermedades profesionales en trabajadores que operan equipos de vibración en construcciones civiles. 2019; 35:97-110.
7. Universidade do Minho: Efecto sobre la salud de los trabajadores derivados de la vibración por el manejo de maquinaria en el sector de la construcción [Internet]. [cited 2022 Aug 4]. Available from: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/29009>
8. Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo. RUIDO Y VIBRACIONES EN LA MAQUINARIA DE OBRA. Madrid; 2012 Nov.
9. Ramos-Romero CA. EXPOSICIÓN A VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO Y TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN OPERARIOS DE MAQUINARIA PESADA EN OBRA CIVIL DroneNoise: Addressing Public Health and Wellbeing Harms for a Sustainable Drone Sector. View project. 2014; Available from: <https://www.researchgate.net/publication/283934476>



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
Programa: Especialización en Ergonomía. Cohorte 2022.
Formato de Trabajo de Grado. Código: 7020-112.

10. Muñoz CC, Toro AU. Aplicación de la norma ISO 2631 para la medición de las vibraciones en cuerpo entero en los trabajadores del sector de la construcción de la ciudad de Cali. 2014 [cited 2022 Jul 28]; Available from: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6804/REGISTRO%20DE%20DATOS/Miguel%20Lazo.pdf?sequence=1>
11. Chavarría R, Ingeniero C, Eléctrico T. NTP 177: La carga física de trabajo: definición y evaluación
Physical work load: definition and measurement La charge physique de travail: définition et evaluation
Análisis de la vigencia Vigencia Actualizada por NTP Observaciones Válida ANÁLISIS Criterios legales
Criterios técnicos.
12. NTP 544: Estimación de la carga mental de trabajo: el método NASA TLX Mental workload assessment:
the NASA TLX method Estimation de la charge de travail mental: la méthode NASA-TLX Vigencia
Actualizada por NTP Observaciones Válida ANÁLISIS Criterios legales Criterios técnicos.
13. Alzate JE. ANALISISDE LAS VIBRACIONES EN EL CUERPO TRANSMITIDAS POR VEHICULOS
Y MAQUINARIA PESADAA LOS OPERADORES DE TRANSPORTES MONTEJO. 2019;23-8.
14. jamovi - Estadísticas. [Internet]. [cited 2022 Aug 4]. Available from: <https://www.jamovi.org/>.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
Programa: Especialización en Ergonomía. Cohorte 2022.
Formato de Trabajo de Grado. Código: 7020-112.

10. ANEXOS

- Anexo 1: Hoja de vida Miniexcavadora Yanmar Vio35.
- Anexo 2: Hoja de vida Excavadora HitachiEx60-5.
- Anexo 3: Hoja de vida Mini Caterpillar236D3.
- Anexo 4: Ficha técnica de equipo.
- Anexo 5: Certificado de calibración del medidor de vibraciones.
- Anexo 6: Resultados generales de las vibraciones.
- Anexo 8: Bitácoras de medición
- Anexo 7: Cálculo de tiempo de exposición