

ANALISIS DE LAS VIBRACIONES EN EL CUERPO TRANSMITIDAS POR
VEHICULOS Y MAQUINARIA PESADA A LOS OPERADORES DE TRANSPORTES
MONTEJO

PRESENTADO POR:

JEINSON EDUARDO ALZATE

Diseño para el trabajo investigativo para optar por el título de especialista en Gerencia de la
Seguridad y Salud en el Trabajo.

Asesora

LUISA FERNANDA GAITAN AVILA

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD POSGRADOS
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN

BOGOTA D.C,

AGOSTO, 2019

ANALISIS DE LAS VIBRACIONES EN EL CUERPO TRANSMITIDAS POR
VEHICULOS Y MAQUINARIA PESADA A LOS OPERADORES DE TRANSPORTES
MONTEJO

PRESENTADO POR:

JEINSON EDUARDO ALZATE

Diseño para el trabajo investigativo para optar por el título de especialista en Gerencia de la
Seguridad y Salud en el Trabajo.

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD POSGRADOS
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
BOGOTA D.C,
AGOSTO, 2019

TABLA DE CONTENIDO

1.	Objeto de estudio y tema de investigación.	8
1.1	Objeto de estudio:	8
1.3	Presentación de la Empresa.....	8
1.4	Variables.	9
2.	Objetivos de la investigación	10
2.1	Objetivo General	10
2.2	Objetivos específicos	10
3	Formulación de la hipótesis	11
3.1	Hipótesis general.....	11
3.2	Hipótesis específicas.....	11
4.	Justificación y delimitación	11
4.1	Justificación y delimitación.....	11
4.2	Delimitación.....	12
4.3	Viabilidad.....	12
5.	Marco referencial	12
5.1	Estado del arte.....	15
5.2	Marco teórico	15
5.2.1	Las vibraciones.	17
5.2.2	Los criterios ergonómicos, físicos y de origen para la clasificación de las vibraciones.....	19
5.2.3	La medición de las vibraciones.....	23
5.2.4	Vibraciones en el cuerpo (Norma ISO 2631).	23
5.2.5	Efectos en el cuerpo humano.	27
5.2.6	Síndrome de vibración de cuerpo entero.	31
5.2.7	Mal del transporte.	31
5.2.8	Alteraciones del sistema nervioso central y de la esfera psíquica.	32
5.2.9	Alteraciones de la columna vertebral.....	32
5.2.10	Alteraciones oftalmológicas.....	32
5.2.11	Otras alteraciones.....	33
5.2	Marco legal	34
6.	Marco Metodológico.....	36
6.1	Paradigma.	36
6.2	Tipo y Nivel de Investigación.....	37
6.3	Diseño de investigación	37
6.4	Universo población y muestra	37
6.5	Recolección de información.	38
6.6	Fase de investigación.	38

7.	Resultados, análisis y discusión del monitoreo.....	38
7.1	Resultados de las Evaluaciones de los Monitoreo	39
7.2	Conclusiones de las Evaluaciones realizadas del Monitoreo.....	41
7.3	Recomendaciones de las Evaluaciones	42
7.4	Puntos de Muestreo y Agente Evaluado	42
7.5	Metodología y Parámetros de Medición para Agentes Físicos	42
7.6	Interpretación del análisis de las encuestas aplicadas a los operadores.....	43
8.	Conclusiones.....	45
9.	Recomendaciones.....	46
10.	Bibliografía.	50
11.	Anexos.....	51

Índice de tablas

Tabla 1 Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Cargador Frontal.....	40
Tabla 2 Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de grúa.....	41
Tabla 3 Vibración de Cuerpo Entero.....	43
Tabla 4 Conclusiones y Recomendaciones Agentes Físicos.....	44
Tabla 5 encuesta aplicada Operadores de grúa	45
Tabla 6 encuesta operador de cargador frontal	46

ANALISIS DE LAS VIBRACIONES EN EL CUERPO TRANSMITIDAS POR
VEHICULOS Y MAQUINARIA PESADA A LOS OPERADORES DE TRANSPORTES
MONTEJO

El presente estudio exploratorio tiene como objetivo cuantificar los niveles de vibraciones mano-brazo y cuerpo en el uso de maquinaria pesada en construcción y/o reparación de carreteras y puentes en transportes montejo, con el fin de determinar la exposición de los trabajadores durante la jornada laboral.

Este estudio tiene como alcance, en primera instancia, determinar los niveles de vibraciones a los que se encuentran expuestos los trabajadores del sector en transportes Montejo . Además de identificar posibles determinantes de exposición a vibraciones y establecer recomendaciones generales para disminuir los niveles de exposición a vibraciones.

La muestra del estudio se obtuvo con el personal de la empresa transportes Montejo , de los cuales sólo aceptaron participar tres; a éstos se les aplicó una encuesta higiénica, a partir de la que se determinó la estrategia de muestreo; y se realizaron mediciones con los equipos HAV- Pro y Vibrómetro (ambos marca Quest); para luego proceder al análisis de la información.

Dentro de los principales resultados obtenidos para la evaluación de posibles efectos a la salud producidos por las vibraciones en cuerpo entero como resultado del uso de la retroexcavadora y la compactadora 1 (antigua), sobrepasaron los niveles recomendados por la norma de 0.99 m/s^2 para la aceleración, ambas en el eje Z que es el que recorre las vértebras de la columna. En lo que respecta a evaluación de confort para todos los ejes, los valores se encuentran ¿por debajo de los niveles establecidos como no incomfortables?. En relación con la exposición a vibraciones mano-brazo, en ninguno de los casos se sobrepasa el valor límite recomendado para los diferentes ejes. Además, dentro de los posibles determinantes de exposición identificados se encontraban la antigüedad de la maquinaria y el nivel de vibración emitido.

Como principales conclusiones se puede mencionar que los niveles de vibración más altos a nivel de cuerpo entero encontrados provienen de la cargador)y de la grúa sobre camión (ver anexo 3 , esto para evaluación de posibles efectos a la salud; contrario a lo que se registró en la evaluación de confort, pues los datos reflejaron niveles de incomfort. A nivel de mano brazo los valores encontrados no superaron los límites recomendados.

1. Objeto de estudio y tema de investigación.

1.1 Objeto de estudio:

Diseñar un modelo cualitativo y cuantitativo de evaluación del riesgo por exposición a las vibraciones para operadores de equipo pesado en la empresa Transportes montejo.

Proponer una matriz de evaluación del riesgo por exposición a vibraciones para operadores de equipo pesado (maquinaria y vehículos)

1.2 Tema:

Medición y control de los factores de riesgo en las vibraciones en el proceso operativo de la maquinaria y vehículos pesados en la empresa transportes Montejo.

1.2 Presentación de la Empresa

Transportes Montejo es una empresa que presta servicios en las áreas minera, petrolera y de ingeniería civil, con amplia experiencia en la explotación de minas y canteras a cielo abierto, construcción de locaciones petroleras y obras complementarias, movimiento de tierras, concesiones viales, construcción de puentes, represas, construcción y operación de rellenos sanitarios.

1.4 Variables.

Variable Independiente:

Vibración de maquinarias en cuerpo entero

Variable dependiente:

Salud de los operadores

Indicadores.

Frecuencia de vibración.

Intensidad de vibración.

Valor de exposición a la vibración

Valor límite a la exposición a la vibración

Afecciones a la salud por exposición a la vibración.

Formulación del Problema

En la empresa transportes motejo no hay investigación publicada o registro de padecimientos asociados específicamente a vibraciones, sin embargo, el evidente crecimiento que tiene el sector de la construcción, implica un incremento en el uso de maquinaria como las mencionadas anteriormente y por consiguiente, un aumento en el número de trabajadores expuestos a este agente físico. Por lo que es importante conocer los niveles de exposición y factores que intervienen en el desarrollo de tareas relacionadas con vibraciones.

2. Objetivos de la investigación

2.1 Objetivo General

Determinar si los niveles de vibraciones en cuerpo en el uso de maquinaria pesada que puedan afectar la salud de los operadores de la empresa transportes Montejo .

2.2 Objetivos específicos

Cuantificar los niveles de exposición a vibraciones en tareas críticas que utilizan la maquinaria pesada en la construcción y/o reparación de carreteras y puentes en la empresa.

Identificar los posibles determinantes de exposición a vibraciones en trabajadores de la población en estudio.

Establecer recomendaciones generales para disminuir los niveles de exposición a vibraciones en la población en estudio.

3. Formulación de la Hipótesis

3.1 Hipótesis General

La vibración de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en la empresa transportes Montejo

3.2 Hipótesis específicas

La magnitud de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afectan la salud de los trabajadores en la empresa Transportes Montejo

La frecuencia de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afectan la salud de los trabajadores en la empresa Transportes Montejo

La dirección en que inciden en el cuerpo humano las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afectan la salud de los trabajadores en la empresa Transportes Montejo

El tiempo de exposición de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afectan la salud de los trabajadores en la empresa Transportes Montejo

4. Justificación y delimitación

4.1 Justificación

Las enfermedades ocupacionales de los operadores de equipos pesados, van en incremento de forma permanente, lo que conlleva a que ellos estén solicitando permisos para ausentarse de sus labores cotidianas, perjudicando la buena marcha de la empresa y la producción misma.

Por ello es importante y justificado, que se lleve a cabo la investigación al respecto, tratando con ello buscar alternativas que permitan aminorar los efectos en la salud de las vibraciones en cuerpo entero de los operadores de maquinaria pesada en las diversas operaciones en nuestro país

4.2 Delimitación

La investigación sobre vibraciones y los efectos en la salud de los operadores de maquinaria pesada, tiene que ver única y exclusivamente con la afectación de la salud en el Cuerpo Entero. Ya que en la empresa, es el problema que más se manifiesta, por el uso de maquinarias existentes en ella y que emiten vibraciones que pueden afectar la salud de los operadores.

4.3 Viabilidad

La viabilidad de la investigación está íntimamente relacionada con la disponibilidad de los recursos materiales, económicos, financieros, humanos, tiempo y de información. Todos estos aspectos están cubiertos en la investigación. No hay aspectos que puedan obstaculizar los propósitos de la investigación.

El problema que se va a estudiar es viable, tomando en cuenta los recursos de tiempo, acceso a la información, el grado de dificultad y el financiamiento con que se cuenta. En otras palabras, se deja constancia que el proyecto es viable, porque se dispone de los recursos y de los permisos necesarios para la toma de datos e información de la empresa, así como también el tiempo que se va a disponer para la investigación

5 Marco referencial

5.1 Estado del Arte

En la actualidad existen entidades internacionales que han realizado estudios que permiten correlacionar la vibración inducida a el cuerpo humano , Universidad de Granada (España); en su investigación relacionada con el “Efecto de la Vibración Mecánica de Cuerpo Entero (WBV) Sobre la Transmisión de la aceleración al Raquis Lumbar” publicado en el presente año 2013; Problema de investigación: La estimulación neuromuscular mediante vibraciones mecánicas constituye una modalidad actual de entrenamiento. Sin embargo, el conocimiento de los posibles efectos del estímulo vibratorio sobre otras estructuras músculo-esqueléticas distintas a las del tren inferior es limitado.

El Objetivo: Analizar el estudio del cambio de la frecuencia de vibración y de la posición corporal no bípeda sobre una plataforma vibratoria basculante en el grado de transmisión de la vibración mecánica al raquis lumbar. En cuanto a los Materiales y Métodos utilizados, manifiestan que los sujetos sanos entrenados ejecutaron de tres posiciones no bípedas diferentes (cuadrúpeda, plancha horizontal y apoyo de rodillas vertical) sobre una plataforma vibratoria basculante. La frecuencia de vibración del raquis lumbar se evaluó a través de la fijación de un acelerómetro triaxial en la zona. Cada sujeto se expuso aleatoriamente a tres frecuencias de vibración de intensidad baja-moderada (12, 14 y 16 Hz) con amplitud constante en cada uno de los tres ejercicios evaluados. Los resultados obtenidos, muestran diferencias en la aceleración transmitida al raquis lumbar entre los

tres ejes, X, Y y Z en las tres frecuencias de vibración estudiadas ($P < 0.001$). El efecto del cambio de la frecuencia de vibración sobre las aceleraciones registradas para cada eje mostró un comportamiento distinto para cada ejercicio. El análisis comparativo de los tres ejercicios mostró que la mayor aceleración registrada se obtuvo en el eje Y para todas las frecuencias ($P < 0.05$). El ejercicio con apoyo de rodillas en vertical obtuvo los valores más altos de aceleración. Las conclusiones halladas: La aceleración inducida al raquis lumbar en sus tres ejes se afecta de manera diferente durante los ejercicios en posiciones corporales no bípedas. La vibración mecánica de baja-moderada frecuencia afecta a cada eje de forma distinta según cada ejercicio, siendo el eje vertical el más afectado. Estos ejercicios, en especial el de plancha horizontal, resultan seguros para la integridad raquídea a las frecuencias y amplitud de vibración utilizada.

Genaro Gómez Etxebarria, inspector de Trabajo y miembro del Consejo Editorial de Gestión Práctica de Riesgos Laborales, en su publicación N° 57, “Las Claves en las Vibraciones Mecánicas”, la exposición a vibraciones mecánicas es muy frecuente en las actividades industriales; entre éstas, hay que citar la conducción de vehículos de transporte pesado , maquinaria y vehículos ,maquinaria agrícola .

El número de trabajadores expuestos es importante, por lo que es necesaria la propagación de la correspondiente cultura preventiva y concienciación en orden a la protección de la salud y seguridad en el trabajo.

Las vibraciones son un contaminante físico que tiene su origen en energías de tipo mecánico que provocan efectos adversos en el cuerpo humano y que van desde trastornos en el sistema nervioso central hasta lesiones físicas o alteraciones de tipo vascular como el caso de “dedos blancos” o “dormidos”.

En atención a ello, la vibración es “todo movimiento oscilatorio de un cuerpo sólido respecto a su posición de referencia o alrededor de un punto de equilibrio”. En un objeto que vibra lentamente se puede apreciar el movimiento que sigue en sus trayectorias o direcciones, siendo la longitud y la rapidez sus notas más caracterizadas; el objeto o cuerpo se mueve, pero no cambia de lugar. Para eliminar o reducir la exposición a vibraciones mecánicas es necesario el conocimiento de cuestiones tan importantes como la normativa vigente, los conceptos, los valores límite de exposición y la evaluación de los riesgos.

5.2 Marco teórico

El cuerpo humano está sometido a las vibraciones inducidas por las máquinas, que podrían potencialmente resultar en algunas enfermedades patológicas. El aspecto patológico

del problema es más grave para los trabajadores que soportan vibraciones de máquinas de alta energía rutinariamente.

Estos problemas varían en una amplia gama, desde la simple fatiga hasta las graves lesiones como el síndrome de vibración mano-brazo (HAVS). Muchos estudios han demostrado una asociación entre la exposición ocupacional a vibraciones mano-brazo y síntomas de HAVS. (Bovenzi,1994,p.603)

Aunque casi todas las partes del cuerpo son sometidas a las vibraciones diarias, dos modos de exposición a las vibraciones son de especial interés. Estos son las de 1 y las vibraciones mano-brazo. Mientras que los estudios de vibración de todo el cuerpo se ocupan de condiciones tales como montar en la que todas las partes del cuerpo se están estimulando, los estudios de vibración mano/ brazo se refieren principalmente a vibraciones inducidas por los equipos . Ejemplos típicos son martillos neumáticos, destornilladores, etc .

“La vibración es el movimiento oscilatorio de diversos órganos. Todos los cuerpos con elementos de masa y elasticidad son capaces de vibrar; por lo tanto, la mayoría de las máquinas y estructuras, incluyendo la experiencia de vibración del cuerpo humano en algún grado. Dos categorías diferentes de vibración se distinguen en la literatura” (Massimo ,1994,p.392).

Las Vibraciones se llevan a cabo cuando el sistema oscila debido a la acción de sólo fuerzas internas. La Vibración forzada es causada por la acción de fuerzas externas. Si la

frecuencia de excitación coincide con la frecuencia natural del sistema, la resonancia ocurre. El resultado es grandes oscilaciones dentro de la estructura de la creación de estrés potencialmente dañinas. Por ejemplo, el efecto potencial de resonancia es la ruptura de un vaso de cristal, cuando el cantante de ópera canta a lo natural frecuencia del cristal. Debido a la disipación de energía debido a la fricción y otras resistencias, se produce la amortiguación en todas las estructuras. (Mapfre, op, cit, p.1)

5.2.1 Las vibraciones.

La vibración se define como el movimiento oscilante que hace una partícula alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular en dirección, frecuencia y/o intensidad; o aleatorio, que es lo más normal. La importancia de una vibración, desde un punto de vista ergonómico, está dada por dos magnitudes, la intensidad y la frecuencia. Cualquier estructura física (incluidas las partes del cuerpo humano) puede ampliar la intensidad de una vibración que reciba de otro cuerpo. Esto ocurre si la vibración incluida se da en ciertas frecuencias que son características de la estructura receptora (frecuencia de resonancia). Es importante saber que las diferentes partes del cuerpo poseen unas determinadas frecuencias de resonancia, y que las vibraciones que reciban a esas frecuencias pueden ver amplificadas sus intensidades y, por tanto, seguramente sus efectos nocivos. (cols,1998, p. 423)

La frecuencia: número de veces por segundo que se realiza el ciclo completo de oscilación y se mide en Hercios (Hz) o ciclos por segundo. Para efectos de su análisis se descompone el espectro de frecuencia de 1 a 1500 Hz, en tercios de banda de octava. (Mapfre, op. cit., p.1)

La amplitud: se puede medir en aceleración m/s^2 , en velocidad m/s y en $nto\ m$, que indican la intensidad de la vibración . (Mapfre, op. cit., p.1)

Otras características que se deben tener en cuenta son:

El eje x, y, z: del sentido de vibración de acuerdo con los ejes normalizados en las vibraciones mano-brazo o de cuerpo entero. (Mapfre, op. cit., p.1)

Tiempo de exposición: lapso de tiempo que una vibración afecta el cuerpo humano. (Mapfre, op. cit., p.1)

Período: tiempo en que tarda un cuerpo de un lado a otro en su movimiento o desplazamiento. Su unidad de medida es el segundo. (Mapfre, op. cit., p.1)

Velocidad: desplazamiento de la onda en una unidad de tiempo. Sus unidades de medida son cm/s , m/s . (Mapfre, op. cit., p.1)

Resonancia: fenómeno que se produce cuando una fuerza es aplicada en forma repetitiva y genera una amplitud de un sistema oscilante grande.

Igualmente se encontró, que se puede definir como la intensificación y prolongación de un sonido producido por vibración . (Ibid. p.2)

5.2.2 Los criterios ergonómicos, físicos y de origen para la clasificación de las vibraciones.

Clasificación de las vibraciones según:

La parte del cuerpo a la que afectan:

Vibraciones globales: afectan al cuerpo en su totalidad.

Vibraciones parciales: afectan a subsistemas del cuerpo. Las más conocidas son las vibraciones mano-brazo.

Sus características físicas:

Vibraciones libres, periódicas o sinusoidales: se dan cuando existen fuerzas externas que modifican la amplitud de las sucesivas ondas.

Vibraciones no periódicas: son fenómenos transitorios (golpes, choques, etc) en los que se produce una descarga de energía en un corto período de tiempo.

Vibraciones aleatorias: Se dan cuando el movimiento de las partículas es irregular, debiendo describirse a partir de funciones estadísticas.

Su origen:

Vibraciones producidas en procesos de transformación:

Las interacciones producidas entre las piezas de la maquinaria y los elementos que van a ser transformados, generan choques repetidos que se traducen en vibraciones materiales y estructuras, su transmisión se efectuará directamente o a través de medios de propagación adecuados. Ejemplos de este tipo son las originadas por los equipos anterior mencionados.

Vibraciones generadas por el funcionamiento de la maquinaria o los materiales: Dentro de este grupo encontramos las producidas como consecuencia de fuerzas alternativas no equilibradas como motores, alternadores, útiles percutores y las provenientes de irregularidades del terreno sobre le que circulan los medios de transporte.

Vibraciones debidas a fallos de la maquina: ejemplos son fallos de concepción, de utilización de funcionamiento o de mantenimiento generadores de fuerzas dinámicas, susceptibles de generar vibraciones. Las más frecuentes se producen pro tolerancias de fabricación, desgastes de superficies, desequilibrios de elementos giratorios, cojinetes defectuosos, falta de lubricación, etc.

Dependiendo de ciertos factores, las vibraciones pueden causar sensaciones diversas que pueden ir desde un simple discomfort hasta graves alteraciones de salud. Los efectos más significativos que las vibraciones producen en el cuerpo humano son del tipo vascular, osteomuscular y neurológico.

Los factores que determinan de los efectos producidos por la acción de las vibraciones según el organismo son:

Zona afectada del cuerpo (parcial o total): las mejores estudiadas son las que afectan el cuerpo entero o vibraciones globales y las que afectan al subsistema mano- brazo que se encuentran dentro de las vibraciones parciales. Los efectos más sobresalientes de estas vibraciones son:

Vibraciones parciales mano-brazo: Los efectos adversos se manifiestan normalmente en la zona de contacto con la fuente de vibración, pero también puede existir una transmisión importante al resto del cuerpo. El efecto más frecuente y más estudiado es el Síndrome de Reynaud, de origen profesional, o dedo blanco inducido por vibraciones, que tiene su origen en alteraciones vasculares.

Vibraciones globales: La transmisión de vibraciones al cuerpo y sus efectos sobre el mismo son muy dependientes de la postura y no todos los individuos presentan la misma sensibilidad, en consecuencia, la exposición a vibraciones puede no tener las mismas consecuencias en todas las situaciones. Entre los efectos que se atribuyen a las vibraciones globales se encuentran, frecuentemente, los asociados a traumatismos en la columna vertebral, aunque normalmente las vibraciones no son el único agente causal. También se atribuyen a las vibraciones efectos tales como dolores abdominales y digestivos, problemas de equilibrio, dolores de cabeza, trastornos visuales, falta de sueño y síntomas similares. Sin embargo, no ha sido posible realizar estudios controlados para todas las posibles causas de tales signos que

permitan determinar con exactitud en qué medida son consecuencia de una exposición a vibraciones globales. (Abercromby,2007, p.1794-1800)

Por sus características físicas del entorno vibracional. En general el coeficiente de absorción de las vibraciones para el cuerpo humano es inversamente proporcional a la frecuencia. Por ello la frecuencia es uno de los factores determinantes de la acción de las vibraciones junto con la zona del cuerpo afectada. Las frecuencias que van a afectar el organismo se hallan entre muy bajos valores (menos de 1 Hz- Herzio) y los 1000 Hz aproximadamente. Según sus efectos sobre la totalidad del cuerpo se distinguen dos grupos:

De muy bajas frecuencias (menores a 1 Hz): El mecanismo de acción se da en las vibraciones de aceleración provocada en el aparato vestibular del oído, originando alteraciones en el sentido del equilibrio (mareos, náuseas, vómitos). Son ejemplos de ellos las vibraciones sentidas en los medios de transporte.

De baja y medias frecuencias (de un Hz a decenas de Hz): El mecanismo de acción se dan sobre la columna vertebral provocando lumbalgias, dolores cervicales, agravación de lesiones raquídeas, sobre el aparato digestivo provocando hemorroides, diarreas, dolores abdominales, sobre la visión provocando disminución de la agudeza visual, sobre la función respiratoria y ocasionalmente sobre la función cardiovascular provocando la inhibición de los reflejos con el consecuente retraso en el control de movimientos .

5.2.3 La medición de las vibraciones.

Cuando se mide el “nivel de ruido” en un punto, en general se obtiene el nivel de presión sonora. En el caso de las vibraciones, lo que se mide es la aceleración, la velocidad o el desplazamiento de la vibración. Quizás la aceleración es el parámetro más usado y sus unidades son m/s^2 . Igual que en el ruido y, para simplificar las unidades, a veces se habla de decibelios de aceleración, de velocidad o de desplazamiento. Cuanto mayor es la aceleración de una vibración, mayor efecto contrario a la salud o al confort tendrá.

Existen en el mercado medidores de vibraciones que miden la aceleración ponderada de una vibración compleja según la “sufrir” el cuerpo humano. El instrumento que sirve para medir vibraciones se llama vibrómetro. El vibrómetro, seleccionando la frecuencia con un filtro, convierte la aceleración de una vibración en una señal eléctrica que, mediante un indicador, determina el valor en las unidades pertinentes de dicha aceleración. El vibrómetro dispone de un acelerómetro para medir la aceleración. El acelerómetro es un mecanismo de tamaño similar a un micrófono que debe colocarse en contacto con la superficie que vibra (asiento, pavimento, mango de herramienta, etc.)

5.2.4 Vibraciones en el cuerpo (Norma ISO 2631).

La exposición a vibraciones el cuerpo , pueden causar daños físicos permanentes e incluso lesiones en el sistema nervioso. También pueden afectar a la presión sanguínea y al sistema urológico. Los síntomas más comunes que aparecen tras un periodo corto de exposición son fatiga, insomnio, dolor de cabeza y temblores. Las Normas ISO para vibraciones humanas toman como parámetro de medida la aceleración.

La Norma ISO 2631 trata esencialmente de las vibraciones transmitidas al conjunto del cuerpo por la superficie de apoyo, que puede se los pies o la pelvis. Su campo de aplicación se centra en las vibraciones transmitidas al cuerpo humano por superficies sólidas en un rango de frecuencias entre 1 Hz a 80 Hz, para vibraciones periódicas, aleatorias, o no periódicas de espectro de frecuencia continuo.

Dado que las vibraciones no son igualmente perjudiciales en cualquier dirección que se produzcan, la citada Norma define tres ejes que, de forma imaginaria, orientan el cuerpo humano en el espacio tridimensional. De esta forma, las aceleraciones deben medirse en la dirección del eje Z (verticales) y en la dirección de los ejes X e Y (laterales). Los límites de seguridad o confort son diferentes según las vibraciones sean “verticales” o “laterales”.

La norma ISO 2631 define métodos de cuantificación de vibraciones de cuerpo entero en relación con:

La salud humana y el bienestar

La probabilidad de percepción de las vibraciones

La incidencia del “malestar en el transporte

Objeto y campo de aplicación:

Se definen los métodos para la medición de vibraciones de cuerpo entero periódicas, aleatorias y transitorias.

En el ámbito de aplicación, se consideran los siguientes límites:

0,5 Hz a 80 Hz para la salud, el confort y la percepción

0,1 Hz a 0,5 Hz para la cinetosis (trastornos provocados por el movimiento)

Se aplica a movimientos transmitidos al cuerpo humano en su conjunto.

No se aplica en la evaluación de choques de magnitud extrema tal como ocurre en los accidentes de vehículos.

Su campo de aplicación se centra en las vibraciones transmitidas al cuerpo humano por superficies sólidas en un rango de frecuencias de 1 a 80 Hz, para las vibraciones periódicas, aleatorias, o no periódicas de espectro de frecuencia continua.

Medición de las vibraciones:

El parámetro a medir es la aceleración, pudiéndose obtener la velocidad para vibraciones de muy baja frecuencia e intensidad. Esta medición se realiza, de acuerdo a un sistema de coordenadas cuyo origen es el punto donde se considera que la vibración entra en el cuerpo humano

La duración de la medición debe ser suficientemente larga para que sea representativa, y debe quedar constancia de su valor. La aceleración de traslación se expresa en m/s² mientras la aceleración de rotación se expresa en rad/seg².

Para la evaluación de las vibraciones, la fórmula para hallar el valor total de la Vibración Aeq de forma manual, a la que está sometido el colaborador es:

$$Aeq_{ti} = \sqrt{(1,4 Aeq_x)^2 + (1,4 Aeq_y)^2 + (1,4 Aeq_z)^2}$$

Siendo Aeq_x , Aeq_y , Aeq_z las aceleraciones medidas en cada uno de los tres ejes ortogonales.

Debe medirse el valor eficaz ponderado de la aceleración, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$a_w = \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Donde $a_w(t)$ es la aceleración ponderada en traslación o en rotación en función del tiempo (variación temporal) en m/s² ó rad / s². T es la duración de la medida en seg. La manera como las vibraciones afectan la salud, el confort, la percepción y la cinetosis (trastornos provocados por el

movimiento) dependen del contenido frecuencial de la vibración. Son necesarias ponderaciones diferentes para cada uno de los ejes. Los principales son:

Wk Para el eje z

Wd Para el eje x e y

Wf Para la cinetosis

Y las complementarias:

Wc Para mediciones en respaldos de asientos

We Para mediciones de vibración en rotación

Wj Para mediciones de vibración en la cabeza de una persona tendida

Los filtros de ponderación, se pueden encontrar en los anexos que proporciona la Norma ISO 2631, para configurar el monitor del equipo de medición de QUEST Technologies, la norma establece que en el eje X, Y se debe colocar en el canal de salida Wd, de esta forma el acelerómetro podrá calcular la exposición a la vibración, y en el eje Z con Wk. (Iso 2631,1997,p31)

5.2.5 Efectos en el cuerpo humano.

Los efectos de la vibración de todo el cuerpo han sido ampliamente estudiados en medicina del trabajo; En particular, se ha demostrado que cuando el cuerpo sufre crónicamente a las vibraciones de todo el cuerpo, la degeneración espinal es probable que sea uno de los

resultados deletéreos. El dolor lumbar se ha demostrado que es la causa principal de discapacidad industrial en la población menor de 45 años, y se ha relacionado con la exposición a vibraciones de todo el cuerpo encontrado en algunos entornos industriales. La Vibración de todo el cuerpo se ha propuesto recientemente como una intervención de ejercicios que sugiere su eficacia en el aumento de la capacidad de generación de fuerza en miembros inferiores y espalda baja. También se sabe que una intervención no farmacológica eficaz para los pacientes con dolor lumbar. Relativamente exposición corta a vibraciones de cuerpo entero también se ha demostrado que aumenta los niveles séricos de testosterona y la hormona del crecimiento. Los efectos combinados sobre el sistema neuromuscular y el sistema endocrino parecen sugerir su eficacia como un enfoque terapéutico para la sarcopenia (pérdida degenerativa de masa muscular y fuerza al envejecer o al llevar una vida sedentaria.) y posiblemente osteoporosis.

Debido al peligro de exposición a largo plazo a la vibración de todo el cuerpo, es importante desarrollar protocolos de ejercicio seguro con el fin de determinar los programas de ejercicios para diferentes poblaciones.

Los parámetros específicos bajo circunstancias controladas, fueron capaces de demostrar resultados sorprendentes en la corrección de la pérdida ósea y muscular, mejorar la fuerza, flexibilidad, y reducción de grasa.

Durante la vida diaria normal se está expuesto a diversas fuentes de vibración, por ejemplo, en autobuses, trenes y coches. Muchas personas también están expuestas a otras

vibraciones durante su jornada de trabajo, por ejemplo, las vibraciones producidas por maquinaria o vehículos pesados.

Las vibraciones influyen en el cuerpo humano de muchas maneras diferentes. La respuesta a una exposición a las vibraciones depende principalmente de la frecuencia, amplitud y duración de la exposición. Otros factores pueden incluir la dirección de entrada de la vibración, la ubicación y la masa de diferentes segmentos corporales, el nivel de fatiga y la presencia de apoyo externo. La respuesta humana a la vibración puede ser a la vez mecánico y psicológico. Mecánico se puede producir daño en los tejidos humanos, que son causadas por resonancia dentro de varios sistemas de órganos. Las Reacciones de estrés psicológicos también son producidas por las vibraciones, sin embargo, no están necesariamente relacionados con frecuencia. Desde un punto de vista a la exposición, la gama de baja frecuencia de la vibración es la más interesante. La exposición a vibraciones verticales en el rango de 5-10 Hz generalmente causa resonancia en el sistema-torácica abdominal, a 20-30 Hz en el sistema de cabeza-cuello-hombro, y en 60 a 90 Hz en el globo ocular. Cuando las vibraciones se atenúan en el cuerpo, su energía es absorbida por el tejido y órganos. Los músculos son importantes en este sentido. Los conductores de la vibración producen las contracciones voluntarias e involuntarias de los músculos, y puede causar fatiga muscular local, particularmente cuando la vibración está en el nivel de resonancia de frecuencia. Además, puede causar reflejo contracciones, lo que reducirá la capacidad de rendimiento motor. La cantidad de transmisión de energía mecánica debido a las

vibraciones depende de la posición del cuerpo y contracciones musculares. En materia de pie, la primera resonancia ocurre en la cadera, el hombro y la cabeza a eso de 5 Hz. La resonancia se produce en los hombros y en cierto grado a la cabeza a 5 Hz. Además, una resonancia significativa desde el hombro hasta la cabeza se produce a aproximadamente 30 Hz. Con base en estudios psicológicos, las observaciones indican que el estado general de la conciencia es influenciado por las vibraciones. Baja frecuencia vibraciones 1-2 Hz con intensidades moderadas a inducir el sueño. Unas inespecíficas reacciones de estrés psicológico también se han observado, así como el efecto del degradado visual y motor en el rendimiento funcional. (Cardinale, 2013, p.10)

5.2.6 Síndrome de vibración de cuerpo entero.

La vibración de todo el cuerpo se transmite al cuerpo como un todo, principalmente a través de la superficie de soporte (es decir, los pies, las nalgas, la espalda, etc.). La sintomatología clínica de las vibraciones de cuerpo entero, se relacionan, en general, con los efectos de tipo agudo tales como el discomfort y en la reducción de la capacidad de trabajo debido a la fatiga que las vibraciones producen en el organismo, aunque se han puesto de manifiesto alteraciones de tipo crónico sobre determinados órganos del cuerpo. Los efectos de las vibraciones de cuerpo entero mejor estudiados son el mal del transporte, las alteraciones del

sistema nervioso central y de la esfera psíquica, las alteraciones de la columna vertebral y las alteraciones oftalmológicas . (Melaned, 1994,p.234)

5.2.7. Mal del transporte.

Los trabajadores del Sector Transporte pueden sufrir el llamado “mal del transporte”, especialmente aquellos que trabajan a bordo de embarcaciones, ya sean de mercancías, buques de pesca o del transporte de viajeros. En general los vehículos transmiten al organismo las vibraciones por ellos producidas, en una gama de frecuencias que oscilan entre 0,8 y 2 Hz (a bordo de embarcaciones entre 0,1 y 0,3 Hz) y los efectos variarán en función del tiempo de estimulación. La patogenia de la enfermedad viene derivada de una interacción entre las funciones laberínticas y del sistema nervioso autónomo, caracterizándose la sintomatología por palidez, sudoración fría, náuseas y vómitos. (Melaned, 1994, p.299)

5.2.8. Alteraciones del sistema nervioso central y de la esfera psíquica.

Las manifestaciones más frecuentes se caracterizan por malestar general, vértigo, cefaleas e irritabilidad. Cuando concurren una serie de interacciones entre el órgano vestibular, el aparato de la visión y la esfera psíquica (concretamente el sistema propioceptivo) se pueden producir ilusiones ópticas u oculográficas acompañadas de mareos. Este tipo de ilusiones ópticas vienen

derivadas de la teoría de que “cualquier respuesta anticipada a un estímulo, que no se llega a presentar, se puede considerar una ilusión”. Como ejemplo puede valer la sensación de movimiento o desplazamiento cuando se está sentado en un vagón de un tren parado y se mueve el tren situado en la vía contigua. (Cano, 2010, p.6)

5.2.9 Alteraciones de la columna vertebral.

Es evidente que la exposición a vibraciones de cuerpo entero, tanto de altas como de bajas frecuencias, puede ocasionar daños en la columna vertebral como consecuencia de discopatías, habiéndose demostrado que tanto la intensidad de la vibración como el tiempo de exposición, implican un aumento del riesgo, mientras que los periodos de descanso disminuyen el mismo. Las formas clínicas más frecuentes de discopatía, en el ámbito que nos ocupa, son la hernia discal, la extrusión discal y la degeneración discal

5.2.10 Alteraciones oftalmológicas.

A nivel del órgano de la visión se pueden presentar: déficit de la agudeza visual, ilusiones ópticas y nistagmus, siendo este un movimiento involuntario e incontrolable de los ojos que puede ser horizontal, vertical, rotatorio, oblicuo o una combinación de ellos. El nistagmo está

asociado a un mal funcionamiento en las áreas cerebrales que se encargan de controlar el movimiento, pero en este contexto de la exposición a vibraciones merecen especial mención los llamados nistagmus periféricos bien por causa neuromuscular o por alteraciones del laberinto. En los primeros, el nistagmus aparece por la parálisis de alguno de los músculos extrínsecos. En los segundos está motivado por alteraciones del laberinto, siendo sus características la aparición del nistagmo horizontal en la mirada extrema, con el componente rápido dirigido siempre a un mismo lado e independientemente de la dirección de la mirada. Los trabajadores afectados de nistagmus suelen poner a menudo la cabeza en una posición anormal para mejorar su visión, anulando en lo posible el efecto que produce el movimiento de los ojos.

5.2.11 Otras alteraciones.

Destacan alteraciones gastrointestinales que se manifiestan por anorexia, úlcera gastroduodenal y alteraciones peristálticas; alteraciones renales con hematuria y especialmente afectación de la función renal; trastornos circulatorios caracterizados por una relativa frecuencia de hemorroides y varices, aunque relacionados también con posturas sentadas de larga duración como ocurre en los conductores de transporte público y alteraciones sobre los órganos reproductores femeninos, entre los que destacan la inflamación de anexos y los desórdenes menstruales. (Siafa, 2013,p15)

5.3 Marco legal

El trabajo de investigación y por la extensa normatividad con la que cuenta Colombia, en relación a los enfermedades ocupacionales, se mencionan las principales normas que apoyan la presente investigación, las cuales orientaron el trabajo investigativo en relación a la evaluación de los riesgos ergonómicos y sintomatología osteomuscular en los operadores de maquinaria pesada . Inicialmente, es importante destacar el Decreto 1295 de 1994 el cual establece la organización del sistema de riesgos profesionales en Colombia, cuyo objetivo es establecer actividades de promoción y prevención tendientes a mejorar las condiciones de trabajo y salud de la población trabajadora, Protegiéndola contra los riesgos derivados de la organización del trabajo que puedan afectar la salud individual o colectiva en los lugares de trabajo; se orienta a la prevención, protección y atención adecuada de los trabajadores que se encuentran en exposición de sufrir efectos generados por enfermedades y/o accidentes dentro del lugar de trabajo.

En relación con el riesgo ergonómico, en 2008 el Ministerio de Protección Social, creó las Guías de Atención Integral Basada en la Evidencia (GATISO), que tienen como fin orientar a los diferentes actores del Sistema de Riesgos Laborales, el Sistema General de Seguridad Social en Salud, pacientes y ciudadanos para realizar actividades generales de prevención, vigilancia, diagnóstico e intervención ocupacional. Se tomaron como apoyo y sustento teórico para la investigación la Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Músculo-

esqueléticos relacionados con movimientos Repetitivos de Miembros Superiores, donde se definen los DME relacionados con el trabajo como entidades comunes y potencialmente discapacitantes, pero aun así prevenibles, que comprenden un amplio número de entidades clínicas específicas que incluyen enfermedades de los músculos.

También se tuvo en cuenta la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5723 de 2009, elaborada por el Instituto Colombiano de Normalización; en la que se especifican los límites recomendados para posturas de trabajo estáticas en las que no se ejerce ninguna fuerza externa, teniendo en cuenta los ángulos del cuerpo y los aspectos de tiempo. Además, brinda orientación sobre algunas variables de las tareas y permite evaluar los riesgos para la salud de la población trabajadora. Por otra parte se consultó el Decreto 1477 de 2014 que establece la tabla de enfermedades laborales en donde se define la enfermedad laboral como la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar; el presente Decreto incluye dentro de la tabla el grupo XII que especifica las enfermedades del sistema músculo-esquelético y tejido conjuntivo; lo que primordialmente busca este decreto es dar a conocer los grupos de enfermedades y agentes de riesgo, para facilitar la prevención de enfermedades en las actividades laboral.

Para finalizar se tuvo en cuenta el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo 1072, el cual hace un amplio abordaje en cuanto a la condición de trabajo y la implementación de políticas que permiten la formulación y adopción, creación de programas y proyectos para el

trabajo, fomento del respeto por los derechos fundamentales, las garantías de los trabajadores, el fortalecimiento, promoción y protección de las actividades de la economía solidaria y el trabajo decente, a través un sistema efectivo de vigilancia, información, registro, inspección y control; así como del entendimiento y diálogo social para el buen desarrollo de las relaciones laborales.

6 Marco Metodológico

6.1 Paradigma

El presente estudio adopta un paradigma de investigación crítico propositivo con el fin de utilizar los siguientes aspectos:

La finalidad de la investigación es obtener una mejor comprensión acerca de las repercusiones que tiene el trabajador al estar expuesto a niveles elevados de VIBRACIONES , que se desencadenarán en su desempeño físico-mental. La visión de la realidad permite ver las dificultades existentes en las áreas de trabajo, por lo que se requiere realizar un estudio a fondo de los diferentes aspectos físicos mencionados, ya que estos no permiten a los trabajadores de TRANSPORTES MONTEJO desempeñarse de mejor manera en el trabajo.

Esta metodología permite escoger un adecuado estudio de la zona con mayor riesgo y vulnerabilidad, para recomendar así medidas de control adecuados.

El énfasis en el análisis de investigación permite tener en cuenta todos los aspectos que se deben requerir para un mejor reconocimiento del sitio y del personal que labora con los equipos y maquinaria pesada.

6.2 Tipo y Nivel de Investigación

El nivel de la investigación es Descriptiva, porque se van a describir cada una de las variables y la forma como las vibraciones pueden afectar la salud de los trabajadores.

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.

6.3 Diseño de investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo con un enfoque cuantitativo

6.4 Universo población y muestra

La población de trabajadores de la empresa expuesta a las diversas vibraciones son 40, siendo la muestra los mismos 40 trabajadores, los cuales son los que operan equipos de mayor vibración. Los que laboran en maquinarias como grúas, cargador frontal

6.5 Recolección de información.

La Recolección de la información se realiza mediante monitoreo por empresas especialistas en el tema de vibración, también se realizó una encuesta de 10 preguntas a los 40 trabajadores de la muestra.

Referencialmente se va a observar la Evaluación Médica practicada a los 40 trabajadores que utilizan las máquinas de mayor vibración en la empresa.

6.6 Fase de investigación.

La investigación se desarrolla en dos fases:

Fase Conceptual: Durante esta fase se realiza la búsqueda de la información de literatura, para la elaboración del marco teórico de la investigación.

Fase Sistematización y análisis de la información: Para el procesamiento y análisis estadístico de los datos, se va a realizar una base de datos en una hoja de cálculo. Los datos se analizarán mediante Microsoft office Excel, realizando un análisis estadístico en el que se utilizaron estadísticas básicas, frecuencias, porcentajes

7. Resultados , Análisis y Discusión del Monitoreo

7.1 Resultados de las Evaluaciones de los Monitoreo

En la Tabla I, se presentan los resultados de las evaluaciones de la Aceleración Equivalente Ponderada en sus tres ejes y la Aceleración Equivalente Ponderada Total en (m/s²); en ninguno de los casos se superó el Valor Máximo de Aceleración

Tabla 1 Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Cargador Frontal

Puesto de Trabajo	Punto de Medición	Descripción	Fecha	Resultados				Valor LMP (m/s ²)
				Aeq X (m/s ²)	Aeq Y (m/s ²)	Aeq Z (m/s ²)	Aeq T (m/s ²)	
1) Operador de Cargador	Cargador	En el asiento de la cabina del Operador de Cargador Frontal	10/03/2019		0,0836	0,114	0,176	0,5
2) Operador de Cargador CAT	Cargador Frontal	En el asiento de la cabina del Operador de Cargador Frontal	11/03/2019			0,156	0,136	
3. Operador de Cargador CAT	Cargador Frontal	En el asiento de la cabina del Operador de Cargador Frontal	12/03/2019			0,192	0,185	
4. Operador de Cargador CAT	Cargador Frontal	En el asiento de la cabina del Operador de Cargador Frontal	13/03/2019	0,187		0,156	0,172	
5. Operador de Cargador CAT	Cargador Frontal	En el asiento de la cabina del Operador de Cargador Frontal	14/03/2019	0,173	0,089	0,178	0,163	
					0,096			

Tabla 2 Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de grúa

PUESTO DE TRABAJO	PUNTO DE MEDICIÓN	TIPO DE VIBRACIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA	RESULTADOS				Valor Límite Permissible (m/s ²) (*)
					Aeq X (m/s ²)	Aeq Y (m/s ²)	Aeq Z (m/s ²)	Aeq T (m/s ²)	
1) Operador de grúa	grúa DM45		En el asiento de la cabina donde permanece el Operador de grúa	15/03/2019	0,0848	0,0933	0,086	0,153	0,5
2) Operador de grúa	grúa DM45	Cuerpo entero	En el asiento de la cabina donde permanece el Operador de grúa	16/03/2019	0,0965	0,0907	0,091	0,182	

7.2 Conclusiones de las Evaluaciones realizadas del Monitoreo

De los resultados obtenidos durante la evaluación de vibraciones en cuerpo entero, se concluye que no existe riesgo de exposición ocupacional a las vibraciones en los momentos en los que el trabajador se encuentra utilizando maquinaria que genere vibraciones. Las vibraciones de las máquinas y/o equipos no superaron los Valores Máximos de Aceleración

7.3 Recomendaciones de las Evaluaciones

Informar los resultados del presente informe al personal expuesto a este tipo de riesgo a fin de capacitarlos en la importancia de las medidas preventivas frente a las vibraciones. Esta capacitación debe ser desarrollada por personal con experiencia en el campo de la Higiene Industrial y Salud Ocupacional.

7.4 Puntos de Muestreo y Agente Evaluado

La Tabla I, muestra los puntos de muestreo y los agentes que han sido evaluados, en la que han sido evaluados las vibraciones de cuerpo entero del operador

7.5 Metodología y Parámetros de Medición para agentes Físicos

La exposición de la vibración del cuerpo entero, se transmite a todo el cuerpo a través de las sentaderas o de los pies, o de ambos, con frecuencia al manejar o ir sentado en vehículos de motor (incluidos los montacargas y los vehículos todo terreno) o al estar parado en pisos que vibran. El rango de frecuencia de interés varía entre 0.5 Hz y 80 Hz.

Tabla 3 Vibración de Cuerpo Entero

VIBRACIÓN: CUERPO ENTERO		
Metodología	Equipos y Accesorios	Parámetros
<p>-ISO 2631-1-1997."Las vibraciones mecánicas y choques - Evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas al cuerpo entero - Parte 1".</p> <p>-Norma UNE 3210284. "Vibraciones mecánicas. Método de laboratorio para evaluar las vibraciones del asiento en el vehículo. Parte 1: Requisitos básicos". 1995</p> <p>-ANSI S3.18-1979 "Guía para la Evaluación de la Exposición Humana a Vibraciones en Cuerpo Entero.</p> <p>-ANSI S3.18-2002" Vibraciones Mecánicas y Choques – Evaluación de la Exposición Humana a Vibraciones en Cuerpo Entero, Parte 1: Requerimientos Generales".</p>	Vibrómetro	<p>Registrar: La aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje (Aeq) X, Y, Z, picos, Aeqmax, Aeqmin.</p> <p>Unidad: m/² s</p>
	<p>Descripción:</p> <p>Analizador de Vibración, Acelerómetro Triaxial (Tipo Plato).</p> <p>Marca: Larson Davis</p> <p>Modelo: HVM100</p> <p>Nº de Serie: 00918</p>	
Descripción y Consideraciones de Medición		
<p>Vibrómetro.</p> <p>El Vibrómetro HVM100, posee una frecuencia de coeficientes correctores para vibración mano brazo y mediciones de vibración de cuerpo entero simultáneos en 3 canales medidas: X, Y y Z RMS y pico de los niveles y un cuarto canal adicional que calcula la suma resultante de los ejes X, Y y Z. Está conformada por: Vibrómetro, acelerómetro, piezómetro y cable conector.</p> <p>Consideraciones de Medición: ANSI S3.18-1979 "Guía para la Evaluación de la Exposición Humana a Vibraciones en Cuerpo Entero.</p> <p><u>La exposición de la vibración del cuerpo entero</u>, se transmite a todo el cuerpo a través de las sentaderas o de los pies, o de ambos, con frecuencia al manejar o ir sentado en vehículos de motor (incluidos los montacargas y los vehículos todo terreno) o al estar parado en pisos que vibran. El rango de frecuencia de interés varía entre 0.5 Hz y 80 Hz.</p>		

7.6 Interpretación del análisis de las encuestas aplicadas a los operadores.

Observando las Tablas 1, 2 se puede inferir, de acuerdo a los resultados obtenidos en el procesamiento de las respuestas a la encuesta que se realizó a los operadores de las máquinas con la cual laboran en la empresa, que la respuesta general es que no les afecta a la salud o en algunos pocos casos un poco.

No se ha considerado el análisis a los operadores de las máquinas perforadoras, porque solo hay dos (02) de ellas y son dos operarios los que las manejan.

Tabla 5 encuesta Operadores de grúa

	1. Se siente afectado en su salud por las vibraciones producidas por la maquinaria que utiliza para realizar su trabajo.	2. Tiene problemas de salud en el sistema nervioso.	3. Tiene problemas de salud en el sistema digestivo.	4. Tiene problemas de salud en el sistema urogenital.	5. Tiene problemas de falta de sueño e irritabilidad.	6. Tiene pérdida de agudeza visual..	7. Tiene problemas de alteraciones neurológicas.	8. Tiene problemas con la columna vertebral.	9. Tiene problemas de salud con el sistema respiratorio.	10. Tiene pérdida de precisión al ejecutar movimientos.
--	--	---	--	---	---	--------------------------------------	--	--	--	---

Válidos	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	1,67	1,00	1,50	1,00	1,17	1,00	1,17	1,17	1,17	1,17
Moda	1	1	1 ^a	1	1	1	1	1	1	1
Varianza	,667	,000	,300	,000	,167	,000	,167	,167	,167	,167

Tabla 6 Encuesta Operadores de Cargador Frontal

	1. Se siente afectado en su salud por las vibraciones producidas por la maquinaria que utiliza para realizar su trabajo.	2. Tiene problemas de salud en el sistema nervioso.	3. Tiene problema s de salud en el sistema digestivo	4. Tiene problema s de salud en el sistema urogenital	5. Tiene problema s de falta de sueño e irritabilidad	6. Tiene pérdida de agudeza visual..	7. Tiene problema s de alteracion es neurológicas.	8. Tiene problema s con la columna vertebral.	9. Tiene problemas de salud con el sistema respiratorio	10. Tiene pérdida de precisión al ejecutar movimientos.
Válidos	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	1,83	1,00	1,50	1,33	1,50	1,00	1,17	1,50	1,17	1,00
Moda	2	1	1 ^a	1	1 ^a	1	1	1 ^a	1	1
Varianza	,167	,000	,300	,267	,300	,000	,167	,300	,167	,000

8 Conclusiones

Se estableció que la magnitud de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero son: grúas ($0,30 \text{ m/s}^2$); Cargador Frontal ($0,13 \text{ m/s}^2$ a $0,18 \text{ m/s}^2$); lo cual no afecta la salud de los trabajadores en la empresa, porque no llegan al mínimo establecido por ley de $0,5 \text{ m/s}^2$.

Se determinó que el tiempo de exposición de 8 h de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero es de $0,5 \text{ m/s}^2$, no afectan la salud de los trabajadores en la empresa, porque no llegan al límite establecido por ley de $1,15 \text{ m/s}^2$.

En el análisis de las encuestas realizada a los trabajadores, en el estadístico, ante la pregunta si las vibraciones afectan la salud, en un 90% respondieron que en nada les afecta la salud.

En el Anexo N° 01, se puede observar que en el Examen médico laboral, no se detectó ninguna afección, ni malestar debido al trabajo.

De las pruebas de en el análisis estadístico se establece que las vibraciones de los ejes X, Y y Z influyen en el Total (A_{eqT}), lo que puede determinar que ello pueda incidir en la salud de los trabajadores, no llega al mínimo establecido por ley de $0,5 \text{ m/s}^2$. Estos son en los rangos

- Vibración en grúas : De $0,29 \text{ m/s}^2$ hasta $0,38 \text{ m/s}^2$
- Vibración en Cargador Frontal: De $0,13 \text{ m/s}^2$ hasta $0,18 \text{ m/s}^2$

9 Recomendaciones

El presente estudio es preliminar y está sujeto como base a futuros estudios de investigación.

Añadir aislantes de vibración entre el trabajador y las estructuras de apoyo de la máquina, como por ejemplo caucho, neopreno, materiales elásticos, etc.

Se estableció que la magnitud de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero son: Gruas ($0,30 \text{ m/s}^2$); Cargador Frontal ($0,13 \text{ m/s}^2$ a $0,18 \text{ m/s}^2$) ,lo cual no afecta la salud de los trabajadores en la empresa, porque no llegan al mínimo establecido por ley .

Se recomienda la revisión periódica de los accesorios anti vibración en los asientos de los vehículos y la suspensión de los asientos.

Añadir un sistema de aislamiento o amortiguamiento (plataforma de caucho) entre la base del asiento y los pies del trabajador

Realizar mediciones periódicas con una frecuencia mínima de un año.

Se puede generar un plan de control de vibraciones en puestos de trabajo, los cuales serían de tipo administrativo y operativo, y como menciona la legislación actual, iniciar los controles en la fuente, luego en el medio y posteriormente en la persona; mediante los siguientes literales:

Incluir en el plan de mantenimiento general de la maquinaria la revisión de los elementos de la superficie de contacto entre el trabajador y a fuente como: suspensiones, resortes y tapicería del asiento o reposición del asiento dañado.

Se pondrá primordial atención en el estado de las llantas y su presión neumática acorde a su manual de usuario; los trenes de rodaje y rodillos deben ingresar a mantenimiento acorde a tiempos de uso.

Desarrollar jornadas de capacitación y adiestramiento en conducción de maquinaria pesada, levantamiento de cargas, descansos programados y pausas activas.

Administración del tiempo de trabajo para limitar y controlar los tiempos de exposición, rotación de actividades y descansos.

Generar procedimientos de reporte de estado de la maquinaria por parte de los trabajadores para corregir fallos en la maquinaria.

Generar y aplicar procedimientos de orden y limpieza para mantener libres de obstáculos y sin derrames las zonas de tránsito de maquinaria.

10 Bibliografía.

A J Scarlett, J S Price, D A Semple, 2005. Whole-body vibration on agricultural vehicles: evaluation of emission and estimated exposure levels. Health and Safety Executive (HSE). Disponible en: <http://www.hse.gov.uk/RESEARCH/rrpdf/rr321.pdf>

Bovenzi M, Betta A .1994. Low-back disorders in agricultural tractor drivers expone to whole-body vibration and postural stress.

Estadísticas RT 2007. En línea: <http://portal.ins-cr.com/Empresas/SegurosCo/RiesgosTrabajo/estrtr.htm>

Fundación MAPFRE, 1991. Manual de Higiene Industrial. Editorial MAPFRE, Madrid, España.

DIAZ, María Teresa, *et al.* Manual para la formación en prevención de riesgos laborales: programa formativo para el desempeño de las funciones de nivel básico. 6 ed. Valladolid: Editorial Lex Nova, 2006. 423 p.

DUPUIS, H; y ZERLETT, G. The Effects of Whole-Body Vibration. Berlín: Springer-Verlag, 1986.

GÓMEZ, L. Conductores de TransMilenio ya no se aguantan el asiento. En: El Tiempo. Bogotá D.C. 31, septiembre, 2014. [consultado el 2 de marzo de 2017]. Disponible en internet: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13437767> 22/06/2015
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Riesgos generales-Documento de la OIT. 2010 [consultado 4 de noviembre de 2012]. Disponible en internet:

McPHEE, Barbara; FOSTER, Gary; y LONG, Airdrie. Essential guide to identify, assess and control vibration risks [en línea]. 2009. [consultado el 26 de abril de 2015]. Disponible en internet: <https://mines.industry.qld.gov.au/assets/hiac/badvibrations2april09final.pdf>

Normativa sobre vibraciones. Curso de doctorado [en línea]. Universitas Navarrensis, 2014 [consultado el 22 de octubre de 2015]. Disponible en internet: http://www.imem.unavarra.es/EMyV/pdfdoc/vib/vib_normativa.pdf

11 Anexos

Anexo 1 – Examen Médico Laboral de Operadores

Anexo 2 – Matriz de Consistencia

Anexo 3 – Descripción de equipos

