

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y
METALÚRGICA



ESTUDIO DE LA VIBRACIÓN PRODUCIDA POR MAQUINARIA
MINERA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES EN LA
UNIDAD MINERA BREAPAMPA

TESIS

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON MENCIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD MINERA

ELABORADO POR:

LUIS ALBERTO, VALDIVIEZO GUZMAN

ASESOR

DR. MAX CLIVE ALCANTARA TRUJILLO

LIMA – PERÚ

2014

Dedicatoria

A mi padre, por los valores que me legó en vida.

A mi madre, por el cariño y comprensión a lo largo de mi vida.

A mi esposa Fanny, columna vertebral de mi familia y por su apoyo como madre, esposa y amiga.

A mis hijos, Brandon y Cristian, para trazarles el camino que deben superar.

Agradecimientos

A quienes apoyaron la ejecución del presente proyecto de investigación y me brindaron los elementos necesarios para culminarlo con éxito.

A los docentes de la Maestría en Seguridad y Salud Minera, quienes me brindaron los conocimientos necesarios, para poder culminarlo.

Estudio de la Vibración Producida por Maquinaria Minera en la Salud de los Trabajadores en la Unidad Minera Breapampa

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	xi
Abstract	xiii

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Diagnóstico de la realidad problemática sobre vibraciones	15
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. Problema General.....	16
1.2.2. Problemas Específicos.....	16
1.3. Formulación del Objetivo.....	17
1.3.1. Objetivo General.....	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. Justificación de la Investigación.....	18
1.5. Delimitación de la Investigación.....	18
1.6. Viabilidad de la Investigación.....	18

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la empresa minera.....	19
2.2. Antecedentes de la Investigación sobre vibraciones en minería.....	21
2.3. Fundamentos de la Investigación en Vibraciones.....	24
2.4. Bases Teórica.....	31
2.5. Marco Conceptual.....	38
2.6. Formulación de la Hipótesis.....	39
2.6.1. Hipótesis General.....	39
2.6.2. Hipótesis específicas.....	39

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

3.1. Tipo y Nivel de Investigación.....	40
3.2. Diseño de la Investigación.....	40
3.3. Universo, Población y Muestra.....	40
3.4. Recolección de la información.....	40

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE MONITOREO

4.1. Resultados de Monitoreos de vibración en la Unidad Minera.....	46
4.2. Resultados, discusión, interpretación de resultados del monitoreo y contrastación de hipótesis.....	54

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	94
5.2. Recomendaciones.....	95

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS

6.1. Referencias bibliográficas.....	96
6.2. Referencias hemerográficas.....	96
6.3. Referencias electrónicas.....	97

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	99
Anexo 2: Descripción de equipos de la unidad minera.....	100
Anexo 3: Examen Médico Laboral de operadores de máquina.....	113

Índice de Tablas

Tabla I:	Límite de la exposición en la Unidad Minera.....	42
Tabla II:	Límites de la exposición.....	42
Tabla III:	Normatividad Vigente.....	43
Tabla IV:	Especificaciones Técnicas del Equipo.....	45
Tabla V:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Camión Volquete en la Unidad Minera.....	47
Tabla VI:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Cargador Frontal en la Unidad Minera.....	48
Tabla VII:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Excavadora en la Unidad Minera.....	49
Tabla VIII:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Motoniveladora en la Unidad Minera.....	50
Tabla IX:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Perforadora en la Unidad Minera	50
Tabla X:	Descripción de Vibración de Cuerpo Entero.....	52
Tabla XI:	Estándares de Vibración de Cuerpo Entero.....	52
Tabla XII:	Vibración de Cuerpo Entero.....	53
Tabla XIII:	Agentes físicos de Vibración de Cuerpo Entero.....	53
Tabla XIV:	Conclusiones y Recomendaciones Agentes Físicos.....	54
Tabla XV:	Estadísticos de muestras relacionadas $AeqX$ con $AeqT$ (m/s^2).....	55
Tabla XVI:	Prueba t para Muestras Relacionadas (x,t).....	57
Tabla XVII:	Estadísticos de muestra relacionadas.....	58
Tabla XVIII:	Prueba t para Muestras Relacionadas (y, t).....	59
Tabla XIX:	Estadísticos de muestra relacionadas (z,t).....	60
Tabla XX:	Prueba t para Muestras Relacionadas (z,t).....	61
Tabla XXI:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Camión Volquete en la Unidad Minera.....	62
Tabla XXII:	Estadísticos de muestra relacionadas (x,t).....	63
Tabla XXIII:	Prueba t para Muestras Relacionadas (x,t).....	64

Tabla XXIV:	Estadísticos de muestra relacionadas (y,t).....	65
Tabla XXV:	Estadísticos de muestra relacionadas (y,t).....	67
Tabla XXVI:	Estadísticos de muestra relacionadas (z,t).....	68
Tabla XXVII:	Prueba t para Muestras Relacionadas (z,t).....	69
Tabla XXVIII:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Cargador Frontal en la Unidad Minera.....	70
Tabla XXIX	Estadísticos de muestra relacionadas (x,t).....	70
Tabla XXX:	Prueba t para Muestras Relacionadas (x,t).....	72
Tabla XXXI:	Estadísticos de muestra relacionadas (y,t).....	73
Tabla XXXII:	Prueba t para Muestras Relacionadas (y, t).....	74
Tabla XXXIII:	Estadísticos de muestra relacionadas (z,t).....	75
Tabla XXXIV:	Prueba t para Muestras Relacionadas (z,t).....	76
Tabla XXXV:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Excavadora en la Unidad Minera	77
Tabla XXXVI:	Estadísticos de muestra relacionadas (x,t).....	78
TablaXXXVII:	Prueba t para Muestras Relacionadas (x,t).....	79
TablaXXXVIII:	Estadísticos de muestra relacionadas (y,t).....	80
Tabla XXXIX:	Prueba t para Muestras Relacionadas (y, t)	81
Tabla XL:	Estadísticos de muestra relacionadas (z,t).....	82
Tabla XLI:	Prueba t para Muestras Relacionadas (z,t)	84
Tabla XLII:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Motoniveladora en la Unidad Minera.....	84
Tabla XLIII:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Camión Volquete en la Unidad Minera.....	86

Tabla XLIV:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Cargador Frontal en la Unidad Minera.....	87
Tabla XLV:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Excavadora en la Unidad Minera.....	88
Tabla XLVI:	Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Motoniveladora en la Unidad Minera.....	89
Tabla XLVII :	Operadores de Motoniveladora.....	90
Tabla XLVIII:	Operadores de Volquetes.....	91
Tabla XLIX:	Operadores de Cargador Frontal.....	92
Tabla L:	Operadores de Excavadora.....	93

Indice de Figuras

Figura 1:	Ubicación y Acceso a la Unidad Minera.....	20
	Fuente: Unidad Minera Breapampa	
Figura 2:	Trabajo de Camión Volquete en Mina de Tajo abierto.....	23
	Fuente: Unidad Minera Breapampa	
Figura 3:	Medición de Vibraciones.....	29
	Fuente: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/751a785/784%20.pdf	
Figura 4:	Vibraciones de cuerpo entero.....	35
	http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/751a785/784%20.pdf	

RESUMEN

La aplicación del Decreto Supremo N° 055-2010-EM., en las empresas mineras cuyo trabajo diario se realiza con maquinarias que producen vibraciones, determina que necesariamente éstas tengan que realizar monitoreo que permitan obtener valores de vibración y compararlos con los establecidos por la norma. Si los valores exceden lo establecido, entonces se investigará los efectos a la salud que puedan producir en los trabajadores.

Estos efectos por exposición a las vibraciones producidos por los diversos agentes físicos y mecánicos, deben de ser monitoreados en la empresa mediante procedimientos y metodologías estándar, que caractericen al agente, la forma de exposición y los efectos que producen en la salud de los trabajadores.

El Decreto Supremo N° 055-2010-EM - Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería, establece en el Artículo 95; que todo titular minero deberá monitorear los agentes físicos presentes en la operación minera tales como: ruido, temperaturas extremas, vibraciones, iluminación y radiaciones ionizantes y otros.

Además, en el Artículo 102 del mismo Reglamento de Seguridad y Salud ocupacional, establece que para casos de exposición de los trabajadores a vibraciones, se debe de cumplir con los valores establecidos en el presente reglamento, los cuales son:

a) Para Exposición a Vibración en Cuerpo Completo: el valor máximo de la aceleración en 8 horas será de 0.5m/s^2 .

b) Para Exposición a Vibración en Mano-Brazo:

- 4 horas a menos de 8 horas : 4 m/s^2
- 2 horas a menos de 4 horas : 6 m/s^2
- 1 horas a menos de 2 horas : 8 m/s^2
- Menos de 1 hora : 12 m/s^2

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.

Por lo tanto la presente investigación es Descriptiva Correlacional.

La población de trabajadores de la empresa expuesta a las diversas vibraciones son 40, siendo la muestra Intencionada de 40 trabajadores, los cuales son los que operan equipos de mayor vibración. (Volquete, Perforadora, excavadora y motoniveladora). La forma de obtención de datos serán los resultados de los monitoreo llevados a cabo en la Unidad Minera.

Para la actividad minera, la prevención y el control de la exposición a las vibraciones en sus explotaciones, además de ser una obligación legal de seguridad, proporciona importantes ventajas:

- Puede reducir la siniestralidad laboral y mejora las condiciones laborales del trabajador.
- Disminuye el riesgo de que los trabajadores contraigan problemas vasculares y músculo-esqueléticos.
- Contribuye a la mejora de la imagen de la empresa.

Los estándares establecidos en la presente reglamentación serán auditables a partir de los 03 años de su publicación, el cual deberá de realizarse a partir del año 2013, pues el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, fue publicado en el año 2010. La fiscalización se realizará a partir de los 05 años de vigencia, es decir en el año 2015.

Es por ello que en la presente investigación se van a analizar los resultados de los monitoreo de vibraciones producidas en el trabajo minero, los cuales van a dar resultados de los valores generados por las máquinas y se estudiará los valores que excedan lo dispuesto por la norma.

ABSTRACT

The application of Supreme Decree No. 055-2010-EM., In mining companies whose daily work is done with machines that produce vibrations, determines that necessarily they have to conduct monitoring that allow to obtain vibration values and compare them with those established by the standard . If values exceed the established, then investigate the health effects that may occur in workers.

These effects of exposure to vibration caused by various physical and mechanical agents, should be monitored in the business by standard procedures and methodologies that characterize the agent, the route of exposure and the effects they have on the health of workers.

Supreme Decree No. 055-2010 - Regulation of Occupational Safety and Health and other measures in mining, established in Article 95, that every mining company should monitor physical agents present in mining operations such as noise, temperature extremes, vibration, lighting and other ionizing radiation.

In addition, Article 102 of the Regulation of Occupational Safety and Health states that in cases of worker exposure to vibrations, it must meet the values set in these regulations, which are:

- a) For Exposure to Whole Body Vibration: the maximum value of acceleration 0.5m/s² 8 hours will be.
- b) Exposure to Hand-Arm Vibration:
 - 4 hours to less than 8 hours 4 m/s²
 - 2 hours to less than 4 hours: 6 m/s²
 - 1 hour to less than 2 hours 8 m/s²
 - Less than 1 hour: 12 m/s²

The level of research is descriptive, because we will describe each of the variables and how vibrations can affect the health of workers.

The guy is correlational because it studies the relationship between variables, ie we want to know the relationship between the vibration and health of workers.

Therefore this research is descriptive correlational.

The population of company workers exposed to various vibrations are 40, with the sample of 40 workers Intentional, which are the largest operating vibration equipment. Those who work in roller machinery, tractor, excavator and dump. The data extraction form will the results of the monitoring and surveys that can make workers.

For mining, the prevention and control of exposure to vibration is their farms as well as being a legal obligation security, provides important advantages:

- Can reduce workplace accidents and improved working conditions of the worker.
- Reduces the risk of workers contracting vascular and musculoskeletal.
- Contributes to improving the image of the company.

The standards set out in this regulation shall be auditable from the 03 years of its publication, which should be performed starting in 2013, as the Regulation of Occupational Safety and Health, was published in 2010. The audit will take place from the 05 years of operation, in 2015.

That is why in the present investigation are to analyze the results of the monitoring of vibrations in mine work, which will give results of the values generated by machines and explore the values that exceed the provisions of the standard.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Diagnóstico de la realidad problemática.

Cuando el hombre se encuentra en movimiento ya sea por sus propios medios o bien cuando lo hace sobre vehículos, todos sus órganos están sometidos a cierto grado de vibración.

Por lo general no se genera daño, ya sea por los mecanismos de atenuación que poseemos o bien porque el nivel de las vibraciones que son lo suficientemente bajos para no producirnos daños.

Pero cuando las vibraciones superan ciertos límites, como muchas veces ocurre en ciertos puestos de trabajo, éstas pueden ser muy peligrosas tanto para el hombre como para las máquinas e instalaciones.

En la minería es muy frecuente que las vibraciones sean también la causa del ruido y es cuando el problema deba tratarse en forma conjunta.

Las vibraciones son oscilaciones de un cuerpo o de partículas alrededor de una posición en reposo. En su forma más general podría definirse como un movimiento periódico de un sistema elástico alrededor de un punto de equilibrio.

Los términos correctos para describir este fenómeno son la frecuencia, la amplitud y la aceleración

El movimiento que realiza el objeto vibrante desde que sale de su punto de equilibrio hasta que llega al punto más alejado superior, luego inferior y llega al punto de equilibrio se denomina ciclo. La cantidad de ciclos por segundo es lo que se conoce como la *frecuencia* de vibración.

La *amplitud* está representada por la distancia entre el punto de equilibrio y la máxima distancia de alejamiento. Esto también se define como la intensidad de la vibración

Y la velocidad del objeto en movimiento pasa de un valor cero en los puntos

extremos a un valor máximo cuando pasa por el punto de equilibrio.

También las vibraciones pueden traer aparejado trastornos en los trabajadores a nivel del aparato digestivo o enfermedades gástricas, también afecciones como la hemorroide; en el aparato urogenital puede producir prostatitis o hematuria; a nivel ocular puede existir pérdida de agudeza visual y a nivel del comportamiento puede producir retardo en el tiempo de reacción, menor habilidad manual e irritación nerviosa.

Si estas situaciones manifestadas se dan con mucha frecuencia en los trabajadores mineros, las afecciones que se han hecho mención pueden ir en aumento, provocando molestias que pueden afectar la salud y la permanencia en el trabajo.

Por ello es que debemos de prevenir éstos problemas en los trabajadores de mina, con la ejecución de monitoreo, que permitan tener controlada ésta situación.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo conocer si la vibración de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera?

1.2.2. Problemas específicos

- A.** ¿Cómo establecer si la magnitud de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera?
- B.** ¿Cómo determinar si la frecuencia de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera?

- C. ¿Cómo determinar si la dirección en que inciden en el cuerpo humano las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera?
- D. ¿Cómo determinar si el tiempo de exposición de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera?

1.3. Formulación de objetivos

1.3.1. Objetivo General

Conocer si la vibración de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera.

1.3.2. Objetivos específicos

- A. Establecer si la magnitud de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera.
- B. Determinar si la frecuencia de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera.
- C. Determinar si la dirección en que inciden en el cuerpo humano las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera.
- D. Determinar si el tiempo de exposición de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera.

1.4. Justificación de la Investigación

Las enfermedades ocupacionales de los trabajadores mineros, 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 trabajadores de las minas en las diversas geografías de nuestro país.

1.5. Delimitación de la Investigación.

La investigación sobre vibraciones y los efectos en la salud de los trabajadores en una empresa minera, 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 trabajadores de la mina.

1.6. Viabilidad de la Investigación

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.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Empresa Minera

La Unidad Minera Breapampa en donde se realiza la investigación, es un proyecto de explotación de oro y plata ubicado en el sureste del Perú, en la provincia de Parinacochas, en la Región Ayacucho. Se ubica en un área emplazada sobre los cerros a una altitud promedio entre los 3,600 y 4,200 msnm.

La Unidad Minera comprende la explotación del Cerro, el cual por su proximidad a la superficie y por el volumen de mineral que se presenta bajo la forma de diseminado, es explotada por el método de tajo abierto convencional. Las actividades principales que se desarrollan en la unidad son: minado a tajo abierto, traslado del mineral a la chancadora, traslado de mineral chancado a la plataforma de lixiviación, lixiviación del mineral con solución de cianuro, recuperación de metales de oro y plata a través del proceso de Carbón en Columnas y la fundición para la obtención de barras doré.

La explotación está proyectada, desde el 2013, para un periodo de vida de la mina restante de 48 meses.

La Unidad Minera Breapampa, está ubicada en la provincia de Parinacochas, región Ayacucho. La principal vía de acceso al proyecto es la que cubre Lima – Nazca – Puquio – Coracora, con un total de 761km de recorrido (ver figura 1).



FIGURA 1. Ubicación y Acceso a la Unidad Minera Breapampa.
Fuente: Unidad Minera Breapampa.

Durante el año 2007 también se realizó un programa de perforaciones en el Cerro (infill drilling) de 4 770.45 m, además de diversos estudios de ingeniería, tales como factibilidad de la pila de lixiviación y depósito de desmonte, pozas de procesos, estabilidad del tajo, planta de procesos, instalaciones auxiliares, estudios hidrogeológicos, levantamiento topográficos, trabajos de arqueología (CIRA).

Durante el año 2012 se ha realizado, por parte de la empresa, campañas de exploración en los alrededores del cerro, cuyo objetivo era encontrar mayores reservas de mineral.

La configuración estructural se evidencia a nivel regional por la presencia de lineamientos de los sistemas NW, NE, NS y E-W que mediante multifases de eventos tectónicos conocidos en los Andes centrales, habrían generado ambientes dilatantes que favorecieron el emplazamiento de sistemas hidrotermales, con mineralización de Au-Ag.

En el cerro se emplaza una secuencia de tufos laminares depositados en un

ambiente lacustre. Sobre el yacimiento se encuentra una secuencia piroclástica (tufos y brechas) con clastos hererolíticos y presencia de piedra pómez, asociada a la mineralización. Finalmente, la secuencia es coronada por un nivel de toba de caída, ricos en líticos.

Estructuralmente, el Cerro se encuentra controlado por sistemas de dirección NW y NE, principalmente. De igual forma, y no menos importantes, se presentan los sistemas E-W y N-S; estos controles han formado un sistema de bloques que afectan las secuencias, los cuales se muestran como bloques que caen y suben en forma de pilares.

La producción considera los tiempos de regado en el pad de lixiviación y las recuperaciones metalúrgicas de 60% y 10% para el oro y la plata, respectivamente.

2.2. Antecedentes de Investigaciones sobre vibraciones en minería

2.2.1. El Prof. Guillermo Peña García-Orea, Prof. Juan Ramón Heredia Elvar, Dr. Marzo Edir Da Silva Grigoletto y Dra. Belén Feriche, del Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico y Salud; de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y Deporte. 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 9 sujetos sanos entrenados (31.5 ± 6.2 años) ejecutaron 20 s 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.

2.2.2. 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”, en la web: <http://pdfs.wke.es/0/1/3/9/pd0000050139.pdf> la exposición a vibraciones mecánicas es muy frecuente en las actividades industriales; entre éstas, hay que citar la conducción de vehículos de transporte, carretillas elevadoras, maquinaria y vehículos de obras públicas, maquinaria agrícola y las herramientas manuales rotativas o percutoras. 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.

Vibración transmitida al sistema mano-brazo.

La vibración mecánica que, cuando se transmite al sistema humano de mano y brazo, supone riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, problemas vasculares, de huesos o articulaciones, nervios o musculares.

Vibración transmitida al cuerpo entero.

La vibración mecánica que, cuando se transmite a todo el cuerpo, conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.



Figura 2: Trabajo de Camión Volquete en Mina de Tajo abierto
Fuente: Unidad Minera Breapampa.

2.3. Fundamentos de la Investigación en Vibraciones

2.3.1. Introducción

La exposición a vibraciones se produce cuando se transmite al cuerpo el movimiento oscilante de una estructura, ya sea el suelo, o un asiento. La respuesta humana a las vibraciones transmitidas al cuerpo entero es muy variable, depende de las características físicas de la vibración (frecuencia, dirección, intensidad, duración), de la parte de cuerpo en contacto con la superficie vibrante, también de las características del individuo (edad, sexo, historia clínica, costumbres,...), realización de la tarea (postura, fuerza, movimientos repetitivos,...), ambiente físico (temperatura, humedad, ruido,...), etc. Son tantos los factores implicados que es difícil establecer la relación causa-efecto.

Las vibraciones pueden causar efectos muy diversos que van desde la simple molestia hasta alteraciones graves de la salud, pasando por la interferencia en la actividad humana (en la ejecución de ciertas tareas como la lectura, en la pérdida de precisión al ejecutar movimientos, pérdida de rendimiento debido a la fatiga, etc.).

Se dice que un cuerpo vibra cuando sus partículas se hallan influenciadas de un movimiento oscilatorio, respecto de una posición de equilibrio o referencia. La exposición a vibraciones se produce cuando se transmite a alguna parte del cuerpo el movimiento antes citado.

Las vibraciones se clasifican según:

a) La parte del cuerpo a la que afectan:

i. Vibraciones globales: afectan al cuerpo en su totalidad.

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

b) Sus características físicas:

i. Vibraciones libres, periódicas o sinusoidales: se dan cuando

existen fuerzas externas que modifican la amplitud de las sucesivas ondas

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

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

c) Su origen:

i. 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 prensas, tronzadoras, martillos neumáticos, chancadoras y algunas herramientas manuales.

ii. 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 el que circulan los medios de transporte.

iii. 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 por 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 los efectos producidos por la acción de las vibraciones según el organismo son:

a) 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:

i. 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.

ii. 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.

b) 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:

i. **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.

ii. **De baja y medias frecuencias (de 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.

c) Tiempo de exposición y su reparto: se consideran exposiciones breves y de larga duración. Esta últimas a su vez pueden ser continuas o intermitentes. Las exposiciones prolongadas pueden afectar la región lumbar. Las de corta duración dirigen su acción sobre el sistema nervioso central causando fatiga, dolor de cabeza, insomnio, etc.

Los criterios básicos de prevención de las vibraciones van a depender fundamentalmente de los tres factores determinantes de los efectos de

las mismas.

Las acciones técnicas tiene por objeto disminuir la intensidad de la vibración que se trasmite al cuerpo humano a través de:

- i. Reducción de la vibración en la fuente:** Normalmente, es el fabricante de las herramientas de un equipo el responsable de conseguir que la intensidad de la vibración sea tolerable, también es importante un diseño ergonómico de los asientos y empuñaduras. En algunas circunstancias, es posible modificar una máquina para reducir su nivel de vibración cambiando la posición de las masas móviles, modificando los puntos de anclaje o las uniones entre los elementos móviles.
- ii. Aislamiento de vibraciones:** El uso de aislantes de vibraciones, tales elementos elásticos en los apoyos de las máquinas, masas de inercia, plataformas aisladas del suelo, mangos absorbentes de vibraciones en las empuñaduras de las herramientas, asientos montados sobre soportes elásticos, etc. son acciones que, aunque no disminuyen la vibración original, impiden que pueda transmitirse al cuerpo, con lo que se evita el riesgo de daños a la salud.

Utilizar equipos de protección personal: Si no es posible reducir la vibración transmitida al cuerpo, o como medida de precaución suplementaria, se debe recurrir al uso de equipos de protección personal (guantes, cinturones, botas) que aislen la transmisión de vibraciones. Al seleccionar estos equipos, hay que tener en cuenta su eficacia frente al riesgo, capacitar a los trabajadores en el uso correcto de los mismos y mantener un programa de mantenimiento y reemplazo.

Otras medidas de prevención es la realización de un control médico anual para conocer el estado de afectación de las personas expuestas a vibraciones y así poder actuar en los casos de mayor susceptibilidad.

A sí mismo se debe informar a los trabajadores, a través de las capacitaciones, los niveles de vibraciones a que están expuestos y las medidas de protección disponibles.

2.3.2. Medición de Vibraciones.

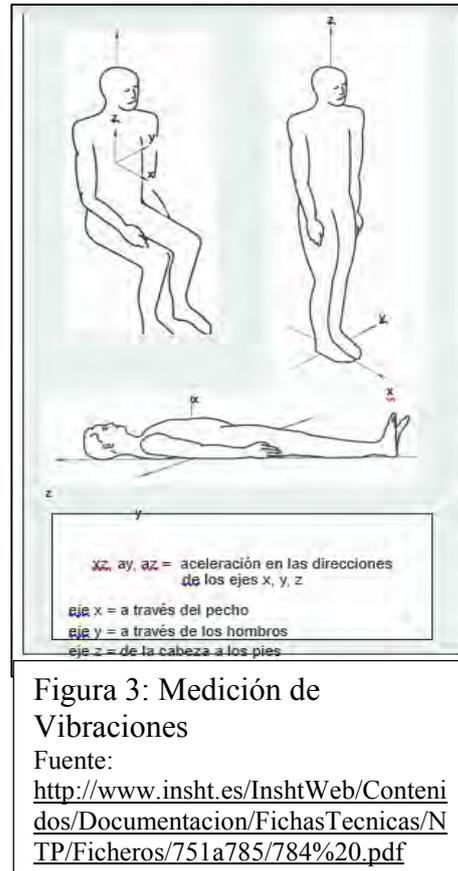


Figura 3: Medición de Vibraciones

Fuente:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/751a785/784%20.pdf>

Las vibraciones se miden con vibrómetros cuyo componente principal es un transductor o acelerómetro en contacto con la superficie vibrante que convierte las vibraciones mecánicas en una señal eléctrica. Esta señal se trata adecuadamente en los circuitos del equipo de medida obteniendo los niveles de la aceleración expresados en m/s^2 o rad/s^2 .

El cuerpo humano no es simétrico en su respuesta a las vibraciones. Por este motivo se medirán según un sistema de coordenadas (sistema basicéntrico) originado en

un punto por el que las vibraciones entran en el cuerpo (ver figura 3). Por ejemplo, en individuos sentados la mayor sensibilidad a las vibraciones se da: en la dirección del eje z en el intervalo de frecuencia de 3-12 Hz, en la dirección del eje x en 0.5-2 Hz, y en la dirección del eje y en 0.5-1 Hz.

Al igual que ocurre en la exposición al ruido donde el oído presenta respuestas diferentes según las características del sonido, el cuerpo humano reacciona de diferente manera según sea la vibración a la que se expone. Para valorar los riesgos derivados de la exposición a la vibración en las personas, la medida de la aceleración debe reflejar la forma en que el trabajador percibe la vibración. Para ello, se utilizan diferentes filtros de ponderación de frecuencia de la vibración cuya

función es atenuar los niveles de aceleración en diferentes frecuencias.

En la norma ISO 2631 se definen los factores de ponderación frecuencial para la medida de las vibraciones de cuerpo completo. Estas ponderaciones se aplican según cada caso en particular (según se evalúe salud, confort, percepción o mal del movimiento) junto con los factores de multiplicación correspondientes.

Los factores de multiplicación tendrán distintos valores según la persona esté sentada, recostada o de pie. Se realizarán mediciones en todas las direcciones relevantes tanto traslacionales como rotacionales.

Dado que la postura corporal y la dirección de la vibración tienen especial relevancia, la norma ISO 2631-1:1997 tiene muy en cuenta estos factores. Se valoran las vibraciones que se transmiten al conjunto del cuerpo por todo tipo de superficie de apoyo, que puede ser bien a través de los pies de un individuo que está de pie; a través de los glúteos, espalda y pies de una persona que está sentada o a través del área de apoyo de un individuo recostado.

Las vibraciones deben medirse colocando el transductor entre el cuerpo y la superficie vibrátil:

- Para personas sentadas se utilizan 3 áreas: soporte de la superficie del asiento (medido bajo las tuberosidades isquiáticas), respaldo del asiento (medido en la zona de apoyo principal del cuerpo) y pies (medido donde se apoyan con más frecuencia).
- Para personas reclinadas la medida debe ser realizada bajo la pelvis, espalda y cabeza.

La norma ISO 2631 también define cómo deben colocarse los transductores para realizar las medidas. Los transductores se colocarán alineados con los ejes basicéntricos con una desviación máxima de 15°.

Debe tenerse en cuenta la orientación de los ejes basicéntricos respecto al campo gravitacional. Los transductores localizados en un punto de

medida deben posicionarse ortogonalmente. Los acelerómetros traslacionales orientados en diferentes ejes deben posicionarse lo más juntos posible.

Siempre se anotará la localización de las medidas y se tendrá en cuenta el material del que está compuesta la superficie vibrátil. La selección del número de medidas y de la duración de la medición debe ser estadísticamente significativa. Normalmente el periodo de medición es de 5 a 20 min para que sea representativo.

2.4.Bases Teóricas

2.4.1. Vibraciones: Las vibraciones como problema en el mantenimiento de equipos industriales vienen siendo estudiadas sistemáticamente, desde hace tiempo, por la Ingeniería Mecánica. Sin embargo, y a pesar de que también suponen un problema para la salud de los trabajadores que utilizan dichos equipos, los niveles de exposición laboral a vibraciones parecen no estar todavía suficientemente considerados.

La generación de vibraciones mecánicas en las máquinas es un fenómeno inherente al propio diseño y funcionamiento de los ingenios mecánicos bien conocido por la Ingeniería. Los movimientos oscilatorios de una o varias masas bajo los efectos de diversas sollicitaciones, y que son el origen de la vibración, están inevitablemente asociados a las partes móviles de todo tipo de maquinaria, de sus motores y, adicionalmente en el caso de vehículos, a su desplazamiento sobre superficies irregulares.

En ocasiones, la vibración constituye la principal forma de operación de una máquina. Podemos pensar en los rodillos vibrantes, apisonadoras, martillos neumáticos, pisonos, etc., pero, salvando estas excepciones, las vibraciones siempre han venido suponiendo un problema de índole mecánica. En efecto, las oscilaciones indeseadas llevan asociado: generación de ruido, problemas de mantenimiento, desajustes y

acortamiento de la vida útil del equipo. Los diversos estudios epidemiológicos realizados por la Medicina del Trabajo han puesto de manifiesto que estas vibraciones también suponen un problema de salud con efectos adversos sobre las personas que, teniendo que utilizarlas, se ven expuestas a ellas.

La paulatina mecanización del ámbito laboral ha venido aportando mejoras muy notables en las condiciones de trabajo; pero estas mejoras se han visto inevitablemente acompañadas por la aparición de dos importantes riesgos físicos: el ruido y las vibraciones.

Las consecuencias de la exposición al ruido son bien conocidas desde el punto de vista médico y existe abundante reglamentación para su evaluación y prevención. No ocurre lo mismo con la exposición a las vibraciones. Si bien se conocen algunos de sus efectos sobre el cuerpo humano, aún no se han podido establecer conclusiones absolutas, puesto que algunas sintomatologías obedecen a más factores.

Desde la perspectiva de la Higiene Industrial se distinguen dos tipos de exposición a las vibraciones:

- a) Vibraciones mano-brazo: son las que se transmiten a través del sistema mano-brazo del trabajador.
- b) Vibraciones globales: también conocidas como *“de cuerpo completo”*, se transmiten al cuerpo del trabajador principalmente a través del asiento de la máquina.

2.4.2. Medidas Preventivas

La prevención de los daños causados por la transmisión de vibraciones a la zona mano-brazo requiere la implantación de procedimientos técnicos, médicos y organizativos.

- a) Procedimientos Técnicos

Identificación de las fuentes principales de vibraciones y medida de la exposición. Selección de maquinaria con bajo nivel de vibraciones y con sistemas antivibratorios. Protección personal.

b) Medidas Organizativas

Reducción de la exposición a vibraciones. Formación e información.

c) Medidas Médicas

- Reconocimientos pre empleo
- Vigilancia médica
- Promoción de la salud en el trabajo

2.4.3. Prevención Técnica

La prevención técnica está fuertemente comentada en la legislación europea tanto en protección personal como en máquinas. El acercamiento de la legislación Europa en la que se refiere a maquinaria nos obliga a buscar una reducción de la magnitud de la vibración en su fuente. Sin embargo, aun teniendo en cuenta el progreso técnico y lo que significa reducir la vibración, puede que sea necesario el uso de equipos de protección personal (EPI).

Los procedimientos técnicos para reducir la exposición incluyen:

- a) Identificación de las principales fuentes de vibración y evaluación de la exposición.
- b) Selección de maquinaria de baja vibración y sistemas anti vibratorios.
- c) Protección personal.

2.4.4. Vibraciones de Cuerpo Completo

Vibraciones globales: también conocidas como “*de cuerpo completo*”, se transmiten al cuerpo del trabajador principalmente a

través del asiento de la máquina. El rango de frecuencias de interés varía entre 0,5 Hz y 80 Hz, y la Directiva 2002/44/CE ha establecido como niveles: 0,5 m/s² (acción) y 1,15 m/s² (límite de exposición).

En cuanto a los métodos de medición para la evaluación de la exposición, la citada Directiva hace referencia a las normas ISO 5349-1 y 2 (2001) para las vibraciones mano-brazo e ISO 2631-1 (1997) para las vibraciones globales.

En cuerpo completo, la vibración se mide en coordenadas basicéntricas, adoptando el sistema de ejes tal y como se indica en la Figura 4, según la posición de trabajo (sentado, de pie, tumbado).

La aceleración se ha medido en m/s², en cada uno de los tres ejes x, y, z, obteniendo el valor medio ponderado.

Las máquinas en que se han medido los niveles de vibración son las siguientes:

- 06 Motoniveladoras
- 10 Excavadoras
- 06 Cargador frontal
- 02 Perforadoras
- 16 Volquetes

Todas ellas características del sector extractivo de la Unidad Minera.

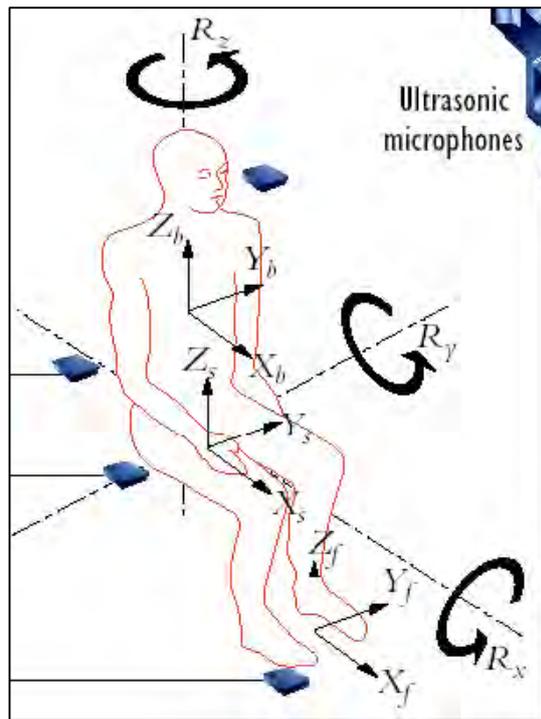


Figura 4: Vibraciones de cuerpo entero

Fuente:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas/Tecnicas/NTP/Ficheros/751a785/784%20.pdf>

2.4.5. La vibración es un movimiento oscilatorio. Este capítulo resume las respuestas humanas a las vibraciones de cuerpo completo, las transmitidas a las manos y las causas del mareo, incluido por el movimiento.

A) Las vibraciones del cuerpo completo: ocurren cuando el cuerpo está apoyado en una superficie vibrante (por ejemplo, cuando se está sentado en un asiento que vibra, de pie sobre un suelo vibrante o recostado sobre una superficie vibrante). Las vibraciones de cuerpo completo se presentan en todas las formas de transporte y cuando se trabaja cerca de maquinaria industrial.

B) El mareo: inducido por el movimiento puede ser producido por oscilaciones del cuerpo de bajas frecuencias, por algunos tipos de rotación del cuerpo y por el movimiento de señales luminosas con respecto al cuerpo.

Los efectos de las vibraciones de cuerpo completo suelen ser

máximos en el límite inferior del intervalo de frecuencias, de 0,5 a 100 Hz. En el caso de las vibraciones transmitidas a las manos, las frecuencias del orden de 1.000 Hz o superiores pueden tener efectos perjudiciales. Las frecuencias inferiores a unos 0,5 Hz pueden causar mareo inducido por el movimiento.

El contenido de frecuencia de la vibración puede verse en los espectros. En muchos tipos de vibraciones de cuerpo completo y de vibraciones transmitidas a las manos, los espectros son complejos, produciéndose algo de movimiento a todas las frecuencias. Sin embargo, suele haber picos a las frecuencias que se presentan en la mayor parte de las vibraciones. Dado que la respuesta humana a las vibraciones varía según la frecuencia de vibración, es necesario ponderar la vibración medida en función de cuánta vibración se produce a cada una de las frecuencias. Las ponderaciones en frecuencia reflejan la medida en que las vibraciones causan el efecto indeseado a cada frecuencia. Es necesario realizar ponderaciones para cada eje de vibración. Se requieren ponderaciones en frecuencia diferentes para las vibraciones de cuerpo completo, las vibraciones transmitidas a las manos y el mareo inducido por el movimiento.

2.4.6. Evaluación Ergonómica de las vibraciones. La Dra. María Gómez-Cano Alfaro del Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, manifiesta que **No existe** unanimidad en la adopción de una sola metodología para la exposición de las vibraciones desde el punto de vista ergonómico. Se utilizan diferentes métodos objetivos y subjetivos, relacionados entre sí. Entre los métodos objetivos destacan: fisiológicos (EMGs, etc.); físicos (medición de la aceleración de las vibraciones, impedancia, transmisibilidad, etc); biomecánicos (análisis postural, etc.). Complementariamente, se utilizan métodos subjetivos como por ejemplo; observación, cuestionarios, escalas de valoración, encuestas, etc.

Para la evaluación de los efectos de las vibraciones sobre la percepción se determinará el valor eficaz de la aceleración

ponderada rms en el rango de 0,5 Hz a 80 Hz para cada eje, sobre la principal superficie que soporta el cuerpo en cualquier punto de contacto y se seleccionará el mayor valor de los obtenidos para los tres ejes.

2.4.7. Criterio de Evaluación de los Efectos de las Vibraciones Sobre el Mareo Producido por la Vibración

Los movimientos ondulatorios de las vibraciones en el rango de frecuencias por debajo de 0,5 Hz pueden producir mareos o náuseas, además de malestar e interferencia en la actividad. Sobre todo se ha tenido en cuenta el efecto en posturas de pie y sentado. En personas tumbadas se ha observado menor estudio de este efecto de mareo posiblemente debido a que se produce menor movimiento de cabeza o a que el movimiento vertical ocurre en el eje x del cuerpo. La probabilidad de que aparezcan síntomas de mareo por el movimiento se incrementa con el tiempo de exposición (hasta varias horas). Para periodos más largos (días) se produce la adaptación al movimiento. Para evaluar el mal producido por el movimiento se puede optar por la medición o cálculo del Valor eficaz de la aceleración ponderada rms en el rango de 0,1 Hz a 0,5 Hz para el eje z, sobre la principal superficie que soporta al cuerpo o el Valor Dosis de Mal de Movimiento (MSDVz: motion sickness dose value). MSDVz se expresa en $m/s^{1,5}$

Existen grandes diferencias en la susceptibilidad de los individuos a los efectos de oscilación de baja frecuencia. Se ha encontrado que las mujeres son más propensas a las náuseas producidas por movimiento que los hombres y que la prevalencia de los síntomas disminuye con el aumento de la edad. Cuando las personas superan los $0,5 m/s^2$ es probable que más del 70 % de ellas puedan sufrir vómitos. Es recomendable recoger la información adicional sobre condiciones de movimiento. Esto incluiría la composición de frecuencia, duración y direcciones del movimiento. Hay evidencia de que los movimientos que tienen frecuencias y aceleraciones

eficaces similares pero formas de ondas diferentes pueden tener efectos diferentes.

2.5. Marco Conceptual.

2.5.1. Aceleración: Es la variación de la velocidad por unidad de tiempo y equivale a la segunda derivada del desplazamiento con respecto al tiempo.

Unidad: m/seg^2

2.5.2. Amortiguamiento: Cualquier influencia que extrae energía a un sistema en vibración se conoce como amortiguamiento.

2.5.3. Desplazamiento (amplitud): Es la distancia entre la posición de la partícula que vibra y su posición de reposo. Generalmente nos referimos a la amplitud máxima.

Unidad: m

2.5.4. Frecuencia propia del sistema: Es la frecuencia en la cual oscilaría el sistema si se lo sacara de su estado de equilibrio. Es función de la masa y de la elasticidad de todos los sistemas que lo componen.

Unidad: Hz.

2.5.5. Resonancia: Cuando un sistema es excitado por una fuerza armónica externa, cuya frecuencia es igual a la frecuencia natural del sistema, la amplitud de la vibración crece y se dice que el sistema está en la resonancia.

2.4.6. Velocidad: Es la velocidad que anima a la partícula. Equivale a la derivada del desplazamiento con respecto al tiempo.

Unidad: m/seg.

2.5.7. Vibración: Una partícula experimenta una vibración mecánica cuando a intervalos iguales, pasa por las mismas posiciones animada por la misma velocidad. Se define por su desplazamiento, velocidad, aceleración y frecuencia.

2.6. Formulación de la Hipótesis

2.6.1. Hipótesis General

La vibración de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera.

2.6.2. Hipótesis específicas

- A. La magnitud de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afectan la salud de los trabajadores en una empresa minera.
- B. La frecuencia de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afectan la salud de los trabajadores en una empresa minera.
- C. La dirección en que inciden en el cuerpo humano las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afectan la salud de los trabajadores en una empresa minera.
- D. El tiempo de exposición de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afectan la salud de los trabajadores en una empresa minera.

2.6.3. Variables, Indicadores e Instrumentos de Medición

2.6.3.1. Variable Independiente

Vibración de maquinarias en cuerpo entero.

2.6.3.2. Variable Dependiente

Salud de los trabajadores.

2.6.3.3. 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.

2.6.3.4. Instrumentos de Medición

- Vibrómetro

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. 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.

3.2. Diseño de la Investigación

Por lo tanto la presente investigación es **Descriptiva Correlacional**, de carácter no experimental.

3.3. 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 volquetes, perforadoras, excavadora, cargador frontal y motoniveladora. La forma de obtención de datos será de los resultados de los monitoreo y de encuestas que se pueden hacer a los trabajadores.

3.4. Recolección de la información

La Recolección de la información se hizo mediante monitoreo por empresas especialistas en el tema de vibración.

También se realizó una encuesta de tipo Likert de 10 preguntas a los 40 trabajadores de la muestra.

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

3.4.1. Metodología en la División de Proyectos de la Unidad Minera

Las evaluaciones se realizaron siguiendo los lineamientos indicados en: D.S N° 055-2010- EM (22/08/2010): Guía 03 sobre Monitoreo de Vibración.

Las evaluaciones se sustentan en el manual técnico OSHA, sección 2, capítulo 3: “Technical Equipment: on site Measurements” y en base a los criterios y prácticas establecidas por la “American Conference of Governmental Industrial Hygienist” (ACGIH – 2011), el Concejo y Parlamento Europeo – “Directiva 2002/44/EC”.

Las evaluaciones se efectuaron bajo condiciones de trabajo más crítico durante la jornada laboral de los trabajadores, colocando el medidor de vibraciones en las tres direcciones ortogonales a fin de medir la vibración en cada punto determinado. Para las mediciones de vibración de cuerpo entero, se colocó el sensor en el asiento de la maquinaria de tal manera que el sensor no impida el desarrollo normal de las actividades del operador.

Antes de iniciar las evaluaciones se realizaron las calibraciones respectivas del medidor de vibraciones, de acuerdo a los criterios establecidos por el fabricante.

3.4.1.1. Valor Máximo de Aceleración

A. Referencia Nacional

- ❖ “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería”.
D.S. N° 055-2010 - EM del Ministerio de Energía y Minas,
aprobado el 21/08/2010.

Artículo 102°.- Para el caso de exposición de los trabajadores a vibraciones se debe cumplir con los valores que se indican a continuación.

- Para Exposición a Vibración en Cuerpo completo: el valor máximo de la aceleración en 8 horas será de 0.5m/s^2 .

Tabla I: Límite de la exposición en la Unidad Minera

Límite de exposición diaria 8 horas	Nivel de Acción akeq (m/s²)	Límite akeq (m/s²)
Cuerpo Entero	0.5	1.15

Fuente: “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería”. D.S. N° 055-2010 - EM del Ministerio de Energía y Minas, aprobado el 21/08/2010.

B. Referencia Internacional

- ❖ “Valores Umbrales para Sustancias Químicas y Agentes Físicos & Índice de Exposición Biológica” de la Conferencia Americana Gubernamental de Higienistas Industriales – 2010 (ACGIH – 2010).

Exposición a Vibración Mano-Brazo en cualquier dirección X_h, Y_h, Z_h

Tabla II: Límites de la exposición

Duración total de la exposición diaria¹	Valores a no exceder por el componente de la aceleración dominante, rms y ponderada² (m/s²)
4 horas a menos de 8 horas	4
2 horas a menos de 4 horas	6
1 hora a menos de 2 horas	8
menos de 1 hora	12

Fuente: “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería”. D.S. N° 055-2010 - EM del Ministerio de Energía y Minas, aprobado el 21/08/2010.

- 1: El tiempo total en que la vibración ingresa a la mano por día, ya sea continua o intermitente.
- 2: Usualmente uno de los ejes (x, y o z) de las vibraciones el dominante (de mayor valor) sobre los otros dos. Si uno o más ejes exceden la exposición total diaria, entonces el límite ha sido excedido.

- ❖ Directiva 2002/44/EC - Consejo y Parlamento Europeo, publicado el 25/06/2002.

C. Condiciones del Área de Trabajo

Durante las evaluaciones de Vibración se identificaron los

siguientes aspectos:

- ✓ **Operador de Volquete:** El trabajador se encarga del funcionamiento del volquete FM al menos 11 horas de su turno.
- ✓ **Operador de Cargador Frontal:** El trabajador opera su máquina al menos 11 horas de su jornada laboral.
- ✓ **Operador de excavadora:** El trabajador opera la excavadora al menos 11 horas de su jornada laboral.
- ✓ **Operador de Perforadora DM45:** El trabajador opera la perforadora al menos 11 horas de su jornada laboral.
- ✓ **Operador de Motoniveladora:** El trabajador opera su máquina al menos 11 horas de su jornada laboral.

3.4.2 Monitoreo de Niveles de Vibración en la Unidad Minera

En el cuadro siguiente se muestra las Normas de sustento para la Medición y Evaluación de los niveles de Vibración:

Tabla III: Normatividad Vigente

NORMA	ESPECIFICACIÓN
ISO 5349 – 1:01	Vibraciones Mecánicas: Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano Parte 1: Requisitos generales.
ISO 5349 – 2:01	Vibraciones Mecánicas: Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano Parte 2: Guía práctica para la medición en el lugar de trabajo.
ISO 2631 – 2	Medición y evaluación de la exposición de Humana las vibraciones transmitidas a cuerpo Entero.

Fuente: Normas ISO 5349
Fuente: Normas ISO 2631

3.4.2.1. ESTACIONES DE MONITOREO

Se realizaron 40 mediciones de niveles de vibración las cuales se ejecutaron en las máquinas del área de operaciones de la Unidad Minera.

3.4.2.2. METODOLOGÍA

El instrumento para medir vibraciones se llama **vibrómetro**, este equipo convierte la aceleración de una vibración en una señal eléctrica que mediante un indicador, nos determina el valor en las unidades pertinentes de dicha aceleración. Este equipo dispone de un acelerómetro para medir la aceleración. Se siguieron los siguientes pasos:

1. Se deberá identificar el (los) punto(s) de contacto a través del cual el cuerpo se expone a la vibración. Por ejemplo: en un tractor, a través del asiento; en los controles de una máquina, a través de los pies.
2. Programar el equipo para que mida la aceleración ponderada para cuerpo entero (que mida en aquellas frecuencias que generan efectos adversos) y entregue la aceleración resultante. El equipo arroja el valor Total Ponderado de la aceleración.
3. Colocar el medidor (acelerómetro en los tres ejes) en el punto de transmisión de la vibración.

Para el muestreo de vibración se utilizó 01 equipo de marca Larson Davis, Modelo: HVM100, Numero de Serie: 01459, Número del Modelo: 356A02, Nro Serie: 71943 (X, Y, Z)

Larson Davis HVM100 Human Vibration Meter Este instrumento reúne los requerimientos de ISO – 8041:1990, es compatible con los siguientes estándares:

ISO 2631-1:1997 Mechanical vibration and shock - Evaluation

of human exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements.

ISO 2631-2:1989 Evaluation of human exposure to wholebody vibration - Part 2: Continuous and shock-induced vibrations in buildings (1 to 80 Hz).

ISO 2631-4:2001 Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 4: Guidelines for the evaluation of the effects of vibration and rotational motion on passenger and crew comfort in fixed guideway transport systems.

ISO 5349-1:2001 Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements.

ISO 5349-2:2001 Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace.

Tabla IV: Especificaciones Técnicas del Equipo.

Especificaciones técnicas	
Instrumento	Human Vibration Meter
Tipo	I
Marca	Larson Davis
Modelo	HMV100
Número de Serie	01459
Modos de Operación	Hand – Arm, Whole body y
Factor Medioambiental	Rango de Funcionamiento
Temperatura	- 10 °C a 50 °C
Humedad	30% a 90%
Valores Óptimos de Funcionamiento	
Temperatura del Aire	40 °C
Señal de entrada	79,6 Hz
Condiciones de referencia para la lectura	
Temperatura	20° C
Humedad relativa	36%
Señal de entrada	79,6 Hz

Fuente: Manual del Equipo HVM100.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSIÓN DEL MONITOREO

4.1. Resultados de Monitoreos de vibración en la Unidad Minera

4.1.1. Resultados de las Evaluaciones de los Monitoreos en la Unidad Minera.

En la Tabla V, se presentan los resultados de las evaluaciones de la Aceleración Equivalente Ponderada en sus tres ejes y la Aceleración Equivalente Ponderada Total en (m/s^2); en ninguno de los casos se superó el Valor Máximo de Aceleración.

Tabla V: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Camión Volquete en la Unidad Minera Breapampa

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 Volquete.	Volquete FM-100	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	10/11/2012	0,108	0,118	0,132	0,208	0,5
2) Operador de volquete.	Volquete FM-101	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	11/11/2012	0,148	0,148	0,193	0,156	
3. Operador de volquete.	Volquete FM-102	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	12/11/2012	0,155	0,155	0,16	0,241	
4. Operador de volquete.	Volquete FM-103	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	13/11/2012	0,108	0,187	0,19	0,215	
5. Operador de volquete.	Volquete FM-104	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	14/11/2012	0,184	0,167	0,199	0,234	
6. Operador de volquete.	Volquete FM-105	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	15/11/2012	0,119	0,197	0,1194	0,231	
7. Operador de volquete.	Volquete FM-106	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	16/11/2012	0,199	0,119	0,1562	0,276	
8. Operador de volquete.	Volquete FM-107	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	17/11/2012	0,178	0,121	0,1871	0,201	
9. Operador de volquete.	Volquete FM-108	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	18/11/2012	0,106	0,176	0,1251	0,213	
10. Operador de volquete.	Volquete FM-109	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	19/11/2012	0,117	0,131	0,1714	0,271	
11. Operador de volquete.	Volquete FM-110	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	20/11/2012	0,153	0,134	0,181	0,221	
12. Operador de volquete.	Volquete FM-111	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	21/11/2012	0,165	0,119	0,178	0,183	
13. Operador de volquete.	Volquete FM-112	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	22/11/2012	0,182	0,156	0,192	0,202	
14. Operador de volquete.	Volquete FM-113	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	23/11/2012	0,181	0,137	0,175	0,199	
15. Operador de volquete.	Volquete FM-114	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	24/11/2012	0,196	0,187	0,182	0,252	
16. Operador de volquete.	Volquete FM-115	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	25/11/2012	0,145	0,181	0,115	0,205	
17. Operador de volquete.	Volquete CAT 777F - FC 78	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	26/11/2012	0,165	0,119	0,178	0,183	
18. Operador de volquete.	Volquete CAT 777F - FC 78	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	27/11/2012	0,182	0,156	0,192	0,202	
19. Operador de volquete.	Volquete CAT 777F - FC 78	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	28/11/2012	0,1813	0,137	0,175	0,199	
20. Operador de volquete.	Volquete CAT 777F - FC 78	En el asiento de la cabina del Operador de Volquete.	29/11/2012	0,1963	0,187	0,182	0,252	

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla VI: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Cargador Frontal en la Unidad Minera Breapampa

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 Frontal.	Cargador Frontal CAT 992K - C56	En el asiento de la cabina del Operador de Cargador Frontal.	10/11/2012	0,105	0,0836	0,114	0,176	0,5
2) Operador de Cargador Frontal.	Cargador Frontal CAT 992K - C57	En el asiento de la cabina del Operador Cargador Frontal.	11/11/2012	0,145	0,148	0,156	0,136	
3. Operador de Cargador Frontal..	Cargador Frontal CAT 992K - C58	En el asiento de la cabina del Operador de Cargador Frontal.	12/11/2012	0,129	0,176	0,192	0,185	
4. Operador de Cargador Frontal.	Cargador Frontal CAT 992K - C58	En el asiento de la cabina del Operador de Cargador Frontal.	13/11/2012	0,187	0,089	0,156	0,172	
5. Operador de Cargador Frontal.	Cargador Frontal CAT 992K - C56	En el asiento de la cabina del Operador de Cargador Frontal.	14/11/2012	0,173	0,096	0,178	0,163	
6. Operador de Cargador Frontal.	Cargador Frontal CAT 992K - C57	En el asiento de la cabina del Operador de Cargador Frontal.	15/11/2012	0,154	0,094	0,261	0,109	

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla VII: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Excavadora en la Unidad Minera Breapampa

Puesto de Trabajo	Punto de Medición	Descripción	Fecha	Resultados				Valor LMPe (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 excavadora	Excavadora HAV 230 JS 04	En el asiento de la cabina del Operador de Excavadora	10/11/2012	0,2087	0,187	0,219	0,315	0,5
2) Operador de excavadora	Excavadora HAV 230 JS 05	En el asiento de la cabina del Operador de Excavadora	11/11/2012	0,2543	0,1987	0,238	0,343	
3. Operador de excavadora	Excavadora HAV 230 JS 06	En el asiento de la cabina del Operador de Excavadora	12/11/2012	0,2189	0,148	0,282	0,3155	
4. Operador de excavadora	Excavadora HAV 230 JS 07	En el asiento de la cabina del Operador de Excavadora	13/11/2012	0,2098	0,149	0,267	0,365	
5. Operador de excavadora	Excavadora HAV 230 JS 04	En el asiento de la cabina del Operador de Excavadora	14/11/2012	0,2245	0,197	0,287	0,299	
6. Operador de excavadora	Excavadora HAV 230 JS 05	En el asiento de la cabina del Operador de Excavadora	15/11/2012	0,2177	0,174	0,272	0,302	
7. Operador de excavadora	Excavadora HAV 230 JS 06	En el asiento de la cabina del Operador de Excavadora	16/11/2012	0,2246	0,187	0,199	0,335	
8. Operador de excavadora	Excavadora HAV 230 JS 07	En el asiento de la cabina del Operador de Excavadora	17/11/2012	0,1987	0,181	0,245	0,385	
9. Operador de excavadora	Excavadora HAV 230 JS 07	En el asiento de la cabina del Operador de Excavadora	18/11/2012	0,2877	0,580	0,265	0,371	
10. Operador de excavadora	Excavadora HAV 230 JS 08	En el asiento de la cabina del Operador de Excavadora.	19/11/2012	0,23429	0,191	0,275	0,343	

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla VIII: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Motoniveladora en la Unidad Minera

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 Motoniveladora	Motoniveladora CAT 140K - MO 45	Cuerpo entero	En el asiento de la cabina donde permanece el Operador de Motoniveladora	15/11/2012	0,155	0,16	0,241	0,328	0,5
2) Operador de Motoniveladora	Motoniveladora CAT 140K - MO 46		En el asiento de la cabina donde permanece el Operador de Motoniveladora	16/11/2012	0,176	0,173	0,276	0,336	
3) Operador de Motoniveladora	Motoniveladora CAT 140K - MO 45		En el asiento de la cabina donde permanece el Operador de Motoniveladora	17/11/2012	0,172	0,165	0,254	0,385	
4) Operador de Motoniveladora	Motoniveladora CAT 140K - MO 46		En el asiento de la cabina donde permanece el Operador de Motoniveladora	18/11/2012	0,145	0,173	0,281	0,372	
5) Operador de Motoniveladora	Motoniveladora CAT 140K - MO 45		En el asiento de la cabina donde permanece el Operador de Motoniveladora	19/11/2012	0,182	0,876	0,241	0,363	
6) Operador de Motoniveladora	Motoniveladora CAT 140K - MO 46		En el asiento de la cabina donde permanece el Operador de Motoniveladora	20/11/2012	0,181	0,698	0,261	0,309	

Fuente: Elaborado por el autor.

Tabla IX: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Perforadora en la Unidad Minera

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 Perforadora	Perforadora DM45	Cuerpo entero	En el asiento de la cabina donde permanece el Operador de Perforadora	15/11/2012	0,0848	0,0933	0,086	0,153	0,5
2) Operador de Perforadora	Perforadora DM45		En el asiento de la cabina donde permanece el Operador de Perforadora	16/11/2012	0,0965	0,0907	0,091	0,182	

Fuente: Elaborado por el autor.

4.1.1. Conclusiones de las Evaluaciones realizadas del Monitoreo de la Unidad Minera.

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.

4.1.2. 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.

4.1.4.1. Puntos de Muestreo y Agente Evaluado

La Tabla VI, 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 de camión (Volquete).

4.1.4.2. Descripción de Agentes y sus Efectos en la Salud

La salud se califica a partir del estado integral del cuerpo, el desequilibrio funcional en una o varias de estas relaciones, en su intensidad y persistencia provocan el deterioro de la salud en distintos grados y acarrea, siempre, consecuencias individuales y colectivas (enfermedad).

La siguiente tabla presenta el agente físico evaluado en el estudio en relación con sus efectos en la salud:

Tabla X: Descripción de Vibración de Cuerpo Entero

Agente	Descripción	Efectos a la Salud	Fuente
Vibración Cuerpo Entero	La exposición a vibraciones se produce cuando se transmite a alguna parte del cuerpo el movimiento oscilante de una estructura, ya sea el suelo, una empuñadora o un asiento. Este movimiento, puede ser regular en dirección, frecuencia y/o intensidad, o bien aleatorio, que es lo más corriente y usual de las actividades laborales.	La exposición a las vibraciones de Cuerpo Entero puede causar traumatismos en la columna vertebral, dolores abdominales y digestivos, problemas de equilibrio, dolores de cabeza, Trastornos del sistema nerviosos central.	OMS, ACGIH,OIT

Fuente: Elaborado por el autor.

4.1.4.3. Estándares de Referencia

La siguiente tabla muestra los estándares de referencia que se consideraron en la evaluación del Agente Físico.

Tabla XI: Estándares de Vibración de Cuerpo Entero

Agente	Estándares de Referencia
Vibración Cuerpo Entero	<ul style="list-style-type: none"> - ISO 2631-1-1997."Las vibraciones mecánicas y choques – Evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas al cuerpo entero – Parte 1". - ANSI S3.18-1979 "Guía para la evaluación de la exposición humana a vibración en cuerpo entero. - ANSI S3.18-2001 "Vibración mecánicas y choques – evaluación de la Exposición Humana a vibraciones en cuerpo entero, Parte 1: Requerimientos Generales".

Fuente: Elaborado por el autor.

4.1.4.4. 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 XII: Vibración de Cuerpo Entero

VIBRACIÓN: CUERPO ENTERO		
Metodología	Equipos y Accesorios	Parámetros
-ISO 2631-1-1997."Las vibraciones mecánicas y choques - Evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas al cuerpo entero - Parte 1". -Norma UNE 3210284. "Vibraciones mecánicas. Método de laboratorio para evaluar las vibraciones del asiento en el vehículo. Parte 1: Requisitos básicos". 1995 -ANSI S3.18-1979 "Guía para la Evaluación de la Exposición Humana a Vibraciones en Cuerpo Entero. -ANSI S3.18-2002" Vibraciones Mecánicas y Choques – Evaluación de la Exposición Humana a Vibraciones en Cuerpo Entero, Parte 1: Requerimientos Generales".	Vibrómetro	Registrar: La aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje (Aeq) X, Y, Z, picos, Aeqmax, Aeqmin. Unidad: m/s ²
	Descripción: Analizador de Vibración, Acelerómetro Triaxial (Tipo Plato). Marca: Larson Davis Modelo: HVM100 Nº de Serie: 00918	
Descripción y Consideraciones de Medición		
<p>Vibrómetro. 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>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.</p>		

Fuente: Elaborado por el autor.

4.1.4.5. Niveles Permitidos de Vibración de Cuerpo Entero

Las siguientes tablas muestran los Niveles Permisibles así como la normativa utilizada en la evaluación de Niveles permitidos de vibración de Cuerpo Entero.

Tabla XIII: Agentes Físicos Vibración de Cuerpo Entero

Agentes Físicos		
Agente	Normativa considerada	Nivel
Vibración	Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico R.M. N° 375-2008-TR	- Valor Límite de exposición diaria (8h): 1.15 m/s ² - Valor que da lugar a una acción (8 h): 0.5 m/s ²

Fuente: Elaborado por el autor.

4.1.4.6. Conclusiones y Recomendaciones

Como consecuencia del análisis de los resultados, los cuales fueron contrastados con los niveles permisibles considerados se concluye y se propone las siguientes las siguientes recomendaciones:

Tabla XIV: Conclusiones y Recomendaciones Agentes Físicos

Agente Físico		
Agente Evaluado	Conclusión	Recomendación
Vibración	Las mediciones al sistema humano cuerpo; medidos a los operadores de camión y operador de excavadora RE20, no superan el nivel límite establecido por la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico (RM-375-2008-TR).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Añadir aislantes de vibración, entre el trabajador y las estructuras de apoyo de la máquina, como por ejemplo caucho, neoprene, materiales elásticos. ✓ Es recomendable la revisión periódica de los accesorios de anti vibración de los asientos de los vehículos, y si no se cuenta con tal sistema (suspensión para asientos)) es necesario implementarlos. ✓ Como medida preventiva añadir un sistema de aislamiento o amortiguamiento (plataforma de caucho) entre la superficie de la base del asiento y los pies del trabajador. ✓ Realizar mediciones periódicas, con una frecuencia mínima de un año (D.S. 009-2005-TR)

Fuente:(*): Ref: D.S. N° 055 - 2010 "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería"

4.2. Resultados, Discusión, Interpretación de Resultados del Monitoreo y Contrastación de Hipótesis

METODOLOGIA USADA:

- **Planteamiento de la Hipótesis:** Para todo los casos se planteó la:
 - H₀** = Hipótesis Nula
 - H₁** = Hipótesis Alternativa
- **Fijar el Nivel de Significancia:** Para el tipo de investigación que se realiza, el nivel de significancia (α) asumido es 5% = 0.05
- **Determinar el valor estadístico de la prueba (p):** Se halla ingresando los datos tomados en el campo e ingresando al programa estadístico SPSS V21, el cual halla el valor ***p*** como ***valor sig***
- **Comparar valores para probar la hipótesis:** Se realiza la siguiente comparación:

Si: $p < \alpha$, se RECHAZA la H_0 y se acepta la H_1

Si: $p > \alpha$, se ACEPTA la H_0

Esta metodología se realiza para TODOS los Ejes (Relacionándola con el Total) y para cada uno del tipo de equipo operado.

- **Software:** Para llevar a cabo el trabajo se usó el Programa Estadístico SPSS V21.

4.2.1. Camión Volquete: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Camión Volquete en la Unidad Minera

A) Análisis de las Variables Aceleración Equivalente Ponderada en Frecuencia para el Eje X, AeqX (m/s^2) con respecto al Total AeqT (m/s^2)-Presentación de los Resultados

Después de haber aplicado el cuestionario, para determinar si *existe diferencias significativas entre un eje con respecto al Total*.

En el resumen de casos procesados entre estas dos variables cruzadas, se aprecia que existe una diferencia significativa entre la Aceleración promedio del eje X (0,15798) con respecto al Total (0,21662).

Tabla XV: Estadísticos de muestras relacionadas AeqX con AeqT (m/s^2)

Tipo par de aceleración		Media	N	Desviación típica.	Error típ. de la media
Par 1	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, AeqX (m/s^2)	,157981	20	,0310189	,0067689
	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el total T, AeqT (m/s^2)	,216619	20	,0297464	,0064912

Fuente: Elaborado por el autor.

Se trabajó con el software SPSS, y ahora vamos a probar la Hipótesis t de muestras

relacionadas entre **aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, AeqX (m/s²) con respecto al total AeqT (m/s²)**

Esta prueba de Hipótesis, permite analizar dos variables cuantitativas.

La Hipótesis que se va demostrar, es:

La Hipótesis Nula **H₀: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable no influye en la otra, que no depende una de la otra.

Significa que no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

La Hipótesis Alternativa **H₁: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable si influye en la otra o que una variable depende de la otra.

Si el **p** valor asociado al estadístico de contraste (**sig.**) es menor que **α** (alfa) se rechazará la hipótesis nula a nivel de significancia 0,05. Es decir asumimos que hay influencia entre una variable y otra.

Hacemos la comparación, entre el **p** estadístico de prueba (**columna de sig. bilateral**) que es **0,000** y el nivel de significancia **α** asumido es **0,05**, y vemos que **0,000 es menor que 0,05**; se concluye que si existen diferencias significativas entre ambas variables, entonces se Rechaza la Hipótesis Nula.

Tabla XVI: Prueba t para Muestras Relacionadas (x,t)

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, Aeqx (m/s - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-,05864	,04047	,00883	-,07706	-,04022	-6,640	20	,000

Fuente: Elaborado por el autor.

Si rechazamos la H_0 , entonces aceptamos la Hipótesis Alternativa, en que **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

Significa que si hay dependencia, hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, y el promedio de aceleración equivalente ponderado del total**, con lo que queda demostrada la Hipótesis de la tesis.

B) Análisis de las Variables Aceleración Equivalente Ponderada en Frecuencia para el Eje Y, AeqY (m/s²) con Respecto al Total AeqT (m/s²)-Presentación de los Resultados

Después de haber aplicado el cuestionario, para determinar si *existe diferencias significativas entre un eje con respecto al Total.*

En el resumen de casos procesados entre estas dos variables cruzadas, se aprecia que existen una diferencias significativas entre la Aceleración promedio del eje Y (0,153138) con respecto al Total (0,21662).

Tabla XVII: Estadísticos de muestra relacionadas

Tipo par de aceleración		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, AeqY (m/s ²)	,153138	20	,0271007	,0059138
	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el total T, AeqT (m/s ²)	,216619	20	,0297464	,0064912

Fuente: Elaborado por el autor.

Se trabajó con el software SPSS, y ahora vamos a probar la Hipótesis t de muestras relacionadas entre **aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, AeqY (m/s²) con respecto al total AeqT (m/s²)**

. Esta prueba de Hipótesis, permite analizar dos variables cuantitativas..

La Hipótesis que se va demostrar, es:

La Hipótesis Nula **H₀: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable no influye en la otra, que no depende una de la otra.

Significa que no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

La Hipótesis Alternativa **H₁: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable si influye en la otra, o que una variable depende de la otra.

Si el **p** valor asociado al estadístico de contraste (**sig.**) es menor que **α** (alfa) se rechazará la hipótesis nula a nivel de significancia 0,05. Es decir asumimos que hay influencia entre una variable y otra.

Hacemos la comparación, entre el p estadístico de prueba (*columna de sig. bilateral*) que es **0,000** y el nivel de significancia α asumido es **0,05**, y vemos que **0,000 es menor que 0,05**; se concluye que si existen diferencias significativas entre ambas variables, entonces se Rechaza la Hipótesis Nula.

Tabla XVIII: Prueba t para Muestras Relacionadas (y, t)

Par 1	Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior				Superior
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, Aeqy (m/s ²). - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-,06348	,03611	,00788	-,07992	-,04704	-8,056	20	,000

Fuente: Elaborado por el autor.

Si rechazamos la H_0 , entonces aceptamos la Hipótesis Alternativa, en que **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

Significa que si hay dependencia, hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, y el promedio de aceleración equivalente ponderado del total**, con lo que queda demostrada la Hipótesis de la tesis.

C) Análisis de las Variables Aceleración Equivalente Ponderada en Frecuencia para el Eje Z, AeqZ (m/s²) con Respecto al Total AeqT (m/s²)-Presentación de los Resultados

Después de haber aplicado el cuestionario, para determinar si *existe diferencias significativas entre un eje con respecto al Total.*

En el resumen de casos procesados entre estas dos variables cruzadas, se

aprecia que existe una diferencia significativa entre la Aceleración promedio del eje **Z** (0,153138) con respecto al Total (0,21662).

Tabla XIX: Estadísticos de muestra relacionadas (z,t)

Tipo par de aceleración		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje z, Aeqz (m/s ²)	,166667	20	,0278841	,0060848
	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el total T, AeqT (m/s ²)	,216619	20	,0297464	,0064912

Fuente: Elaborado por el autor.

Se trabajado con el software SPSS, y ahora vamos a probar la Hipótesis t de muestras relacionadas entre **aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje z, Aeqz (m/s²) con respecto al total AeqT (m/s²)**

. Esta prueba de Hipótesis, permite analizar dos variables cuantitativas..

La Hipótesis que se va demostrar, es:

La Hipótesis Nula **Ho: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable no influye en la otra, que no depende una de la otra.

Significa que no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia** La Hipótesis Alternativa **H1: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable si influye en la otra, o que una variable depende de la otra.

Si el p valor asociado al estadístico de contraste (*sig.*) es menor que α (alfa) se rechazará la hipótesis nula a nivel de significancia 0,05. Es decir asumimos que hay influencia entre una variable y otra.

Hacemos la comparación, entre el p estadístico de prueba (*columna de sig. bilateral*) que es **0,000** y el nivel de significancia α asumido es **0,05**, y vemos que **0,000 es menor que 0,05**; se concluye que si existen diferencias significativas entre ambas variables, entonces se Rechaza la Hipótesis Nula.

Tabla XX: Prueba t para Muestras Relacionadas (z,t)

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, Aeqz (m/s ²). - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-,04995	,04271	,00932	-,06939	-,03051	-5,360	20	,000

Fuente: Elaborado por el autor.

Si rechazamos la H_0 , entonces aceptamos la Hipótesis Alternativa, en que **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

Significa que si hay dependencia, hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, y el promedio de aceleración equivalente ponderado del total**, con lo que queda demostrada la Hipótesis de la tesis.

Tabla XXI: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Camión Volquete en la Unidad Minera

N°	Operador	Fecha	AeqX	AeqY	Aeqz	Aeqt
1	1	10-11-2012	0,1086	0,1182	0,1320	0,2080
2	2	11-11-2012	0,1480	0,1480	0,1930	0,1560
3	3	12-11-2012	0,1550	0,1550	0,1600	0,2410
4	4	13-11-2012	0,1987	0,1870	0,1900	0,2150
5	5	14-11-2012	0,1842	0,1670	0,1990	0,2340
6	6	14-11-2012	0,1194	0,1970	0,114	0,2310
7	7	16-11-2012	0,1996	0,1194	0,1562	0,2760
8	8	17-11-2012	0,1781	0,1219	0,1871	0,2010
9	9	18-11-2012	0,1060	0,1763	0,1251	0,2130
10	10	19-11-2012	0,1178	0,1316	0,1714	0,2710
11	11	20-11-2012	0,1530	0,1345	0,1810	0,2210
12	12	21-11-2012	0,1650	0,1190	0,1780	0,1830
13	13	22-11-2012	0,1820	0,1560	0,1920	0,2020
14	14	23-11-2012	0,1813	0,1370	0,1750	0,1990
15	15	24-11-2012	0,1963	0,1870	0,1820	0,2520
16	16	25-11-2012	0,1460	0,1810	0,1159	0,2050
17	17	26-11-2012	0,1650	0,1190	0,1780	0,1830
18	18	27-11-2012	0,1820	0,1560	0,1920	0,2020
19	19	28-11-2012	0,1813	0,1370	0,1750	0,1990
20	20	28-11-2012	0,1963	0,1870	0,1820	0,2520

Fuente: Elaborado por el autor.

4.2.2. Cargador Frontal: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Cargador Frontal en la Unidad Minera - Cuerpo entero

A) Análisis de las Variables Aceleración Equivalente Ponderada en Frecuencia para el Eje X, AeqX (m/s²) con Respecto al Total AeqT (m/s²)-Presentación de los Resultados

Después de haber aplicado el cuestionario, para determinar si *existe diferencias significativas entre un eje con respecto al Total.*

En el resumen de casos procesados entre estas dos variables cruzadas, se aprecia que existe una diferencia significativa entre la Aceleración promedio del eje X (**0,1488**) con respecto al **Total (0,1568)**.

Cuadro XXII: Estadísticos de muestra relacionadas (x,t)

Tipo par de aceleración		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, AeqX (m/s ²)	,148833	6	,0296541	,0121062
	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el total T, AeqT (m/s ²)	,156833	6	,0288126	,0117627

Fuente: Elaborado por el autor.

Se trabajó con el software SPSS, y se probó la Hipótesis t de muestras relacionadas entre **aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, AeqX (m/s²) con respecto al total AeqT (m/s²)**

Esta prueba de Hipótesis, permite analizar dos variables cuantitativas.

La Hipótesis que se va demostrar, es:

La Hipótesis Nula **Ho: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable no influye en la otra, que no depende una de la otra.

Significa que no hay influencia entre el **promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x**, es igual al **promedio de aceleración equivalente ponderado del total**.

La Hipótesis Alternativa **H1: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x**, es diferente al **promedio de aceleración equivalente ponderado del total**.

En otras palabras nos dice que una variable si influye en la otra o que una variable depende de la otra.

Si el **p** valor asociado al estadístico de contraste (**sig.**) es menor que **α** (alfa) se rechazará la hipótesis nula a nivel de significancia 0,05. Es decir asumimos que hay influencia entre una variable y otra.

Hacemos la comparación, entre el **p** estadístico de prueba (**columna de sig. bilateral**) que es **0,683** y el nivel de significancia **α** asumido es **0,05**, y vemos que **0,683 es mayor que 0,05**; se concluye que **NO** existen diferencias significativas entre ambas variables, entonces se **acepta** la Hipótesis Nula.

Tabla XXIII: Prueba t para Muestras Relacionadas (x,t)

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, Aeqx (m/s - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-,0080000	,0452195	,0184608	-,0554549	,0394549	-,433	5	,683

Fuente: Elaborado por el autor.

Si aceptamos la H_0 , entonces **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

Significa que NO hay dependencia, no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, y el promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

B) Análisis de las Variables Aceleración Equivalente Ponderada en Frecuencia para el Eje Y, A_{eqY} (M/S²) con respecto al Total A_{eqT} (M/S²)-Presentación de los Resultados

Después de haber aplicado el cuestionario, para determinar si *existe diferencias significativas entre un eje con respecto al Total.*

En el resumen de casos procesados entre estas dos variables cruzadas, se aprecia que existen una diferencias significativas entre la Aceleración promedio del eje Y (0, **099100**) con respecto al Total (0, **156833**).

Tabla XXIV: Estadísticos de muestra relacionadas (y,t)

Tipo par de aceleración		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, A_{eqY} (m/s ²)	,099100	6	,0403710	,0164814
	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el total T, A_{eqT} (m/s ²)	,156833	6	,0288126	,0117627

Fuente: Elaborado por el autor.

Se trabajado con el software SPSS, y ahora vamos a probar la Hipótesis **t** de muestras relacionadas entre **aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, A_{eqY} (m/s²) con respecto al total A_{eqT} (m/s²)**

Esta prueba de Hipótesis, permite analizar dos variables cuantitativas..

La Hipótesis que se va demostrar, es:

La Hipótesis Nula **H₀**: **El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable no influye en la otra, que no depende una de la otra.

Significa que no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

La Hipótesis Alternativa **H₁**: **El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable si influye en la otra, o que una variable depende de la otra.

Si el ***p*** valor asociado al estadístico de contraste (***sig.***) es menor que ***α*** (alfa) se rechazará la hipótesis nula a nivel de significancia 0,05. Es decir asumimos que hay influencia entre una variable y otra.

Hacemos la comparación, entre el ***p*** estadístico de prueba (***columna de sig. bilateral***) que es ***0,012*** y el nivel de significancia ***α*** asumido es ***0,05***, y vemos que ***0,012 es menor que 0,05***; se concluye que si existen diferencias significativas entre ambas variables, entonces se Rechaza la Hipótesis Nula.

Tabla XXV: Prueba t para Muestras Relacionadas (y, t)

Par 1	Diferencias relacionadas					t	Gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, Aeqy (m/s ²). - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-,057733	,0363949	,0148581	-,0959274	-,0195393	-3,886	5	,012

Fuente: Elaborado por el autor.

Si rechazamos la H_0 , entonces aceptamos la Hipótesis Alternativa, en que **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

Significa que si hay dependencia, hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, y el promedio de aceleración equivalente ponderado del total**, con lo que queda demostrada la Hipótesis de la tesis.

C) Análisis de las Variables Aceleración Equivalente Ponderada en Frecuencia para el Eje Z, AeqZ (m/s²) con respecto al Total AeqT (m/s²)-Presentación de los Resultados

Después de haber aplicado el cuestionario, para determinar si *existe diferencias significativas entre un eje con respecto al Total.*

En el resumen de casos procesados entre estas dos variables cruzadas, se aprecia que existe una diferencia significativa entre la Aceleración promedio del eje **Z (0,176167)** con respecto al Total **(0,156833)**.

Tabla XXVI: Estadísticos de muestra relacionadas (z,t)

Tipo par de aceleración		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje z, Aeqz (m/s ²)	,176167	6	,0492521	,0201071
	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el total T, AeqT (m/s ²)	,156833	6	,0288126	,0117627

Fuente: Elaborado por el autor.

Se trabajado con el software SPSS, y ahora vamos a probar la Hipótesis t de muestras relacionadas entre **aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje z, Aeqz (m/s²) con respecto al total AeqT (m/s²)**

Esta prueba de Hipótesis, permite analizar dos variables cuantitativas..

La Hipótesis que se va demostrar, es:

La Hipótesis Nula **H₀: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable no influye en la otra, que no depende una de la otra.

Significa que no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia** La Hipótesis Alternativa **H₁: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable si influye en la otra, o que una variable depende de la otra.

Si el **p** valor asociado al estadístico de contraste (**sig.**) es menor que α (alfa) se rechazará la hipótesis nula a nivel de significancia 0,05. Es decir asumimos que hay

influencia entre una variable y otra.

Hacemos la comparación, entre el p estadístico de prueba (*columna de sig. bilateral*) que es **0,538** y el nivel de significancia α asumido es **0,05**, y vemos que **0,538 es mayor que 0,05**; se concluye que NO existen diferencias significativas entre ambas variables, entonces se acepta la Hipótesis Nula.

Tabla XXVII: Prueba t para Muestras Relacionadas (z,t)

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, Aeqz (m/s ²). - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	,019333	,0716035	,0292320	-,0558100	,0944766	,661	5	,538

Fuente: Elaborado por el autor.

Si aceptamos la H_0 , entonces **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

Significa que NO hay dependencia, no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, y el promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

Tabla XXVIII: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Cargador Frontal en la Unidad Minera

N°	OPERADOR	FECHA	AeqX	AeqY	AeqZ	AeqT
1	1	10-11-2012	0,1050	0,0836	0,1140	0,1760
2	2	11-11-2012	0,1450	0,0560	0,1560	0,1360
3	3	12-11-2012	0,1290	0,1760	0,1920	0,1850
4	4	13-11-2012	0,1870	0,890	0,1560	0,1720
5	5	14-11-2012	0,1730	0,960	0,1780	0,1630
6	6	15-11-2012	0,1540	0,940	0,2610	0,1090

Fuente: Elaborado por el autor.

4.2.3. Excavadora: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Excavadora en la Unidad Minera - Cuerpo entero

A) Análisis de las Variables Aceleración Equivalente Ponderada en Frecuencia para el Eje X, AeqX (m/s²) con respecto al Total AeqT (m/s²)-Presentación de los Resultados

Después de haber aplicado el cuestionario, para determinar si *existe diferencias significativas entre un eje con respecto al Total*.

En el resumen de casos procesados entre estas dos variables cruzadas, se aprecia que existe una diferencia significativa entre la Aceleración promedio del eje X (**0, 227780**) con respecto al **Total (0, 337350)**.

Tabla XXIX: Estadísticos de muestra relacionadas (x,t)

Tipo par de aceleración		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, AeqX (m/s ²)	,227780	10	,0259363	,0082018
	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el total T, AeqT (m/s ²)	,337350	10	,0296910	,0093891

Fuente: Elaborado por el autor.

Se trabajó con el software SPSS, y ahora vamos a probar la Hipótesis t de muestras relacionadas entre **aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, AeqX (m/s²) con respecto al total AeqT (m/s²)**

Esta prueba de Hipótesis, permite analizar dos variables cuantitativas.

La Hipótesis que se va demostrar, es:

La Hipótesis Nula **H₀: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable no influye en la otra, que no depende una de la otra.

Significa que no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

La Hipótesis Alternativa **H₁: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable si influye en la otra o que una variable depende de la otra.

Si el **p** valor asociado al estadístico de contraste (**sig.**) es menor que **α** (alfa) se rechazará la hipótesis nula a nivel de significancia 0,05. Es decir asumimos que hay influencia entre una variable y otra.

Hacemos la comparación, entre el **p** estadístico de prueba (**columna de sig. bilateral**) que es **0,000** y el nivel de significancia **α** asumido es **0,05**, y vemos que **0,000 es menor que 0,05**; se concluye que si existen diferencias significativas entre ambas variables, entonces se Rechaza la Hipótesis Nula..

Tabla XXX: Prueba t para Muestras Relacionadas (x,t)

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, Aeqx (m/s - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-,10957	,0351878	,0111274	-,1347418	-,0843982	-9,847	9	,000

Fuente: Elaborado por el autor.

Si Rechazamos La Ho, Entonces Aceptamos La Hipótesis Alternativa, En Que **El Promedio De Aceleración Equivalente Ponderada En Frecuencia Para El Eje X, Es Diferente Al Promedio De Aceleración Equivalente Ponderado Del Total.**

Significa Que Si Hay Dependencia, Hay Influencia Entre **El Promedio De Aceleración Equivalente Ponderada en Frecuencia para el Eje X, Y el Promedio de Aceleración Equivalente Ponderado del Total,** Con Lo Que Queda Demostrada La Hipótesis De La Tesis.

B) Análisis de las Variables Aceleración Equivalente Ponderada en Frecuencia para el Eje Y, Aeqy (M/S²) con respecto al Total Aeqt (M/S²)- Presentación de los Resultados

Después de haber aplicado el cuestionario, para determinar si *existe diferencias significativas entre un eje con respecto al Total.*

En el resumen de casos procesados entre estas dos variables cruzadas, se aprecia que existen una diferencias significativas entre la Aceleración promedio del eje Y (0, **099100**) con respecto al Total (0, **156833**).

Tabla XXXI: Estadísticos de muestra relacionadas (y,t)

Tipo par de aceleración		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, AeqY (m/s ²)	,219270	10	,1280010	,0404775
	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el total T, AeqT (m/s ²)	,337350	10	,0296910	,0093891

Fuente: Elaborado por el autor.

Se trabajó con el software SPSS y se probó la Hipótesis **t** de muestras relacionadas entre **aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, AeqY (m/s²) con respecto al total AeqT (m/s²)**

Esta prueba de Hipótesis, permite analizar dos variables cuantitativas..

La Hipótesis que se va demostrar, es:

La Hipótesis Nula **Ho: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable no influye en la otra, que no depende una de la otra.

Significa que no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

La Hipótesis Alternativa **H1: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable si influye en la otra, o que una variable depende de la otra.

Si el **p** valor asociado al estadístico de contraste (**sig.**) es menor que **α** (alfa) se rechazará la hipótesis nula a nivel de significancia 0,05. Es decir asumimos que hay

influencia entre una variable y otra.

Hacemos la comparación, entre el p estadístico de prueba (*columna de sig. bilateral*) que es **0,012** y el nivel de significancia α asumido es **0,05**, y vemos que **0,012 es menor que 0,05**; se concluye que si existen diferencias significativas entre ambas variables, entonces se Rechaza la Hipótesis Nula.

Tabla XXXII: Prueba t para Muestras Relacionadas (y, t)

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, Aeqy (m/s ²). - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-,118080	,1199921	,0379448	-,2039172	-,0322428	-3,112	9	,012

Fuente: Elaborado por el autor.

Si rechazamos la H_0 , entonces aceptamos la Hipótesis Alternativa, en que **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y, es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

Significa que si hay dependencia, hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y, y el promedio de aceleración equivalente ponderado del total**, con lo que queda demostrada la Hipótesis de la tesis.

C) Análisis de las Variables Aceleración Equivalente Ponderada en Frecuencia para el Eje Z, AeqZ (m/s²) con respecto al Total AeqT (m/s²)- Presentación de los Resultados

Después de haber aplicado el cuestionario, para determinar si *existe diferencias significativas entre un eje con respecto al Total*.

En el resumen de casos procesados entre estas dos variables cruzadas, se aprecia que existe una diferencia significativa entre la Aceleración promedio del eje Z (0,176167) con respecto al Total (0,156833).

Tabla XXXIII: Estadísticos de muestra relacionadas (z,t)

Tipo par de aceleración		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje z, Aeqz (m/s ²)	,254900	10	,0288808	,0091329
	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el total T, AeqT (m/s ²)	,337350	10	,0296910	,0093891

Fuente: Elaborado por el autor.

Se trabajó con el software SPSS, y se probó la Hipótesis t de muestras relacionadas entre **aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje z, Aeqz (m/s²) con respecto al total AeqT (m/s²)**

. Esta prueba de Hipótesis, permite analizar dos variables cuantitativas..

La Hipótesis que se va demostrar, es:

La Hipótesis Nula **Ho: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable no influye en la otra, que no depende una de la otra.

Significa que no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia** La Hipótesis Alternativa **H1: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable si influye en la otra, o que una variable depende de la otra.

Si el p valor asociado al estadístico de contraste (*sig.*) es menor que α (alfa) se rechazará la hipótesis nula a nivel de significancia 0,05. Es decir asumimos que hay influencia entre una variable y otra.

Hacemos la comparación, entre el p estadístico de prueba (*columna de sig. bilateral*) que es **0,000** y el nivel de significancia α asumido es **0,05**, y vemos que **0,000 es menor que 0,05**; se concluye que si existen diferencias significativas entre ambas variables, entonces se Rechaza la Hipótesis Nula.

Tabla XXXIV: Prueba t para Muestras Relacionadas (z,t)

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, Aeqz (m/s ²). - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-,082450	,0447055	,0141371	-,1144304	-,050469	-5,832	9	,000

Fuente: Elaborado por el autor.

Si rechazamos la H_0 , entonces aceptamos la Hipótesis Alternativa, en que **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje z, es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

Significa que si hay dependencia, hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje z, y el promedio de aceleración equivalente ponderado del total**, con lo que queda demostrada la Hipótesis de la tesis.

Tabla XXXV: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Excavadora en la Unidad Minera

N°	Operador	Fecha	AeqX	AeqY	Aeqz	Aeqt
1	1	10-11-2012	0,2087	0,1870	0,2190	0,3150
2	2	11-11-2012	0,2543	0,1987	0,2380	0,3430
3	3	12-11-2012	0,2189	0,1480	0,2820	0,3155
4	4	13-11-2012	0,2098	0,1490	0,2670	0,3650
5	5	14-11-2012	0,2245	0,1970	0,2870	0,2990
6	6	15-11-2012	0,2177	0,1870	0,2720	0,3020
7	7	16-11-2012	0,2246	0,1810	0,1990	0,3350
8	8	17-11-2012	0,1987	0,1871	0,2450	0,3860
9	9	19-11-2012	0,2877	0,6800	0,2650	0,3710
10	10	20-11-2012	0,1178	0,1910	0,2750	0,3430

Fuente: Elaborado por el autor.

4.2.4. Motoniveladora: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Motoniveladora en la Unidad Minera

A) Análisis de las Variables Aceleración Equivalente Ponderada en Frecuencia para el Eje X, AeqX (m/s^2) con respecto al Total AeqT (m/s^2)-Presentación de los Resultados

Después de haber aplicado el cuestionario, para determinar si *existe diferencias significativas entre un eje con respecto al Total*.

En el resumen de casos procesados entre estas dos variables cruzadas, se aprecia que existe una diferencia significativa entre la Aceleración promedio del eje X (**0, 16850**) con respecto al **Total (0, 34867)**.

Tabla XXXVI: Estadísticos de muestra relacionadas (x,t)

Tipo par de aceleración		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, AeqX (m/s ²)	.16850	6	.015110	.006168
	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el total T, AeqT (m/s ²)	.34867	6	.028994	.011837

Fuente: Elaborado por el autor.

Se trabajó con el software SPSS, y ahora vamos a probar la Hipótesis t de muestras relacionadas entre **aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, AeqX (m/s²) con respecto al total AeqT (m/s²)**

Esta prueba de Hipótesis, permite analizar dos variables cuantitativas.

La Hipótesis que se va demostrar, es:

La Hipótesis Nula **H₀: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable no influye en la otra, que no depende una de la otra.

Significa que no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

La Hipótesis Alternativa **H₁: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje x, es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable si influye en la otra o que una variable depende de la otra.

Si el p valor asociado al estadístico de contraste (**sig.**) es menor que α (alfa) se rechazará la hipótesis nula a nivel de significancia 0,05. Es decir asumimos que hay influencia entre una variable y otra.

Hacemos la comparación, entre el p estadístico de prueba (**columna de sig. bilateral**) que es **0,000** y el nivel de significancia α asumido es **0,05**, y vemos que **0,000 es menor que 0,05**; se concluye que si existen diferencias significativas entre ambas variables, entonces se Rechaza la Hipótesis Nula.

Tabla XXXVII: Prueba t para Muestras Relacionadas (x,t)

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, Aeqx (m/s - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-180167	.035919	.014664	-217861	-142472	-12.286	5	.000

Fuente: Elaborado por el autor.

Si rechazamos la H_0 , entonces aceptamos la Hipótesis Alternativa, en que **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

Significa que si hay dependencia, hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, y el promedio de aceleración equivalente ponderado del total**, con lo que queda demostrada la Hipótesis de la tesis

B) Análisis de las Variables Aceleración Equivalente Ponderada en Frecuencia para el Eje Y, AeqY (m/s²) con respecto al Total AeqT (m/s²)-Presentación de los Resultados

Después de haber aplicado el cuestionario, para determinar si *existe diferencias significativas entre un eje con respecto al Total*.

En el resumen de casos procesados entre estas dos variables cruzadas, se aprecia que existen una diferencias significativas entre la Aceleración promedio del eje Y (0,37417) con respecto al Total (0,34867).

Tabla XXXVIII: Estadísticos de muestra relacionadas (y,t)

Tipo par de aceleración		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, AeqY (m/s ²)	.37417	6	.324733	.132572
	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el total T, AeqT (m/s ²)	.34867	6	.028994	.011837

Fuente: Elaborado por el autor.

Se puede observar en el Grafico que se adjunta que en los días 19 y 20 de noviembre del 2012, los valores están por encima del estándar de allí que la media del eje Y supere al valor permisible.

Se trabajó con el software SPSS, y se probó la Hipótesis t de muestras relacionadas entre **aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, AeqY (m/s²) con respecto al total AeqT (m/s²)**

. Esta prueba de Hipótesis, permite analizar dos variables cuantitativas..

La Hipótesis que se va demostrar, es:

La Hipótesis Nula **Ho: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable no influye en la otra, que no depende una de la otra.

Significa que no hay influencia entre el **promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y**, es igual al **promedio de aceleración equivalente ponderado del total**.

La Hipótesis Alternativa **H1: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje y es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total**.

En otras palabras nos dice que una variable si influye en la otra, o que una variable depende de la otra.

Si el **p** valor asociado al estadístico de contraste (**sig.**) es menor que **α** (alfa) se rechazará la hipótesis nula a nivel de significancia 0,05. Es decir asumimos que hay influencia entre una variable y otra.

Hacemos la comparación, entre el **p** estadístico de prueba (**columna de sig. bilateral**) que es **0,859** y el nivel de significancia **α** asumido es **0,05**, y vemos que **0,859 es mayor que 0,05**; se concluye que NO existen diferencias significativas entre ambas variables, entonces se acepta la Hipótesis Nula.

Tabla XXXIX: Prueba t para Muestras Relacionadas (y, t)

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, Aeqy (m/s ²). – Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	.02550	.332989	.135942	-.323951	.374951	.188	5	.859

Fuente: Elaborado por el autor.

Si aceptamos la H_0 , entonces el **promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y**, es igual al **promedio de aceleración equivalente ponderado del total**.

Significa que NO hay dependencia, no hay influencia entre el **promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y**, y el **promedio de aceleración equivalente ponderado del total**

C) Análisis De Las Variables Aceleración Equivalente Ponderada En Frecuencia Para El Eje Z, A_{eqZ} (m/s^2) con respecto al Total A_{eqT} (m/s^2)-Presentación de los Resultados

Después de haber aplicado el cuestionario, para determinar si *existe diferencias significativas entre un eje con respecto al Total*.

En el resumen de casos procesados entre estas dos variables cruzadas, se aprecia que existe una diferencia significativa entre la Aceleración promedio del eje **Z** (0,25900) con respecto al Total (0, 34867).

Tabla XL: Estadísticos de muestra relacionadas (z,t)

Tipo par de aceleración		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje z, A_{eqz} (m/s^2)	.25900	6	.017029	.006952
	Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el total T, A_{eqT} (m/s^2)	.34867	6	.028994	.011837

Fuente: Elaborado por el autor.

Se trabajó con el software SPSS, y ahora vamos a probar la Hipótesis t de muestras relacionadas entre **aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje z, A_{eqz} (m/s^2) con respecto al total A_{eqT} (m/s^2)**

Esta prueba de Hipótesis, permite analizar dos variables cuantitativas..

La Hipótesis que se va demostrar, es:

La Hipótesis Nula **H₀: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable no influye en la otra, que no depende una de la otra.

Significa que no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia** La Hipótesis Alternativa **H₁: El promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z es diferente al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

En otras palabras nos dice que una variable si influye en la otra, o que una variable depende de la otra.

Si el ***p*** valor asociado al estadístico de contraste (***sig.***) es menor que α (alfa) se rechazará la hipótesis nula a nivel de significancia 0,05. Es decir asumimos que hay influencia entre una variable y otra.

Hacemos la comparación, entre el ***p*** estadístico de prueba (***columna de sig. bilateral***) que es **0,538** y el nivel de significancia α asumido es **0,05**, y vemos que **0,538 es mayor que 0,05**; se concluye que NO existen diferencias significativas entre ambas variables, entonces se acepta la Hipótesis Nula.

Tabla XLI: Prueba t para Muestras Relacionadas (z,t)

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, Aeqz (m/s ²). - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-0.089667	.03260	.013311	-0.123883	-0.055450	-6.736	5	.001

Fuente: Elaborado por el autor.

Si aceptamos la H_0 , entonces **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, es igual al promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

Significa que **NO** hay dependencia, no hay influencia entre **el promedio de aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, y el promedio de aceleración equivalente ponderado del total.**

Tabla XLII: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Motoniveladora en la Unidad Minera

N°	Operador	Fecha	AeqX	AeqY	Aeqz	Aeqt
1	1	16-11-2012	0,155	0,160	0,241	0,328
2	2	16-11-2012	0,176	0,173	0,276	0,336
3	3	17-11-2012	0,172	0,165	0,254	0,385
4	4	18-11-2012	0,145	0,173	0,281	0,372
5	5	19-11-2012	0,182	0,76	0,241	0,362
6	6	20-11-2012	0,181	0,698	0,261	0,309

Fuente: Elaborado por el autor.

4.2.5. Interpretación de las pruebas estadísticas.

Del análisis que se ha realizado a cuatro tablas, en donde se han tomado las vibraciones de cuerpo entero en diferentes unidades, se puede concluir en lo siguiente:

1. De las doce (12) pruebas de hipótesis de muestras relacionadas procesadas, se puede apreciar que nueve (09) si prueban la Hipótesis de trabajo (están en cuadro azul: Tablas XLIV, XLV, XLVI y XLVII), mientras que solamente tres (03) rechazan la hipótesis (en cuadro rojo: Tablas XLV y XLVII), en donde se demuestra que **si hay influencia de los ejes X, Y y Z en el Total (AeqT)** en la mayoría de los casos analizados. Determinando rangos de:

AeqT	
➤ Vibración en Motoniveladora:	De 0,30 m/s ² hasta 0,30 m/s ²
➤ Vibración en Excavadora	: De 0,29 m/s ² hasta 0,38 m/s ²
➤ Vibración en Cargador Frontal:	De 0,13 m/s ² hasta 0,18 m/s ²
➤ Vibración en volquete	: De 0,15 m/s ² hasta 0,27 m/s ²

2. Los resultados estadísticos demuestran que a pesar de la de los ejes X, Y y Z en el total de vibración, éstas no llegan al mínimo, por lo que hasta el momento no hay estudio, pero que a futuro si pudiera ser esto un problema de salud.
3. Solamente han trabajado con las siguientes:
 - A) Tablas V: 20 Operadores de volquetes.
 - B) Tablas VI: 06 Operadores cargador frontal.
 - C) Tablas VII: 10 Operadores Excavadoras.
 - D) Tablas VIII: 06 Operadores de motoniveladora.

E) Con la Tabla IX: No se hicieron cálculos, porque el número de operadores de Perforadoras, solos es de 02, lo que es insuficiente para hacer los análisis respectivos de la investigación

A continuación se muestra el resumen de las Pruebas de Hipótesis para las siguientes unidades:

Camión volquete

Tabla XLIII: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Camión Volquete en la Unidad Minera

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, Aeqx (m/s ²) - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-0,05864	0,04047	0,00883	-0,07706	-0,04022	-6,64	20	0,000
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, Aeqy (m/s ²) - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-0,06348	0,03611	0,00788	-0,07992	-0,04704	-8,056	20	0,000
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, Aeqz (m/s ²) - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-0,04995	0,04271	0,00932	-0,06939	-0,03051	-5,36	20	0,000

Fuente: Elaborado por el autor.

Cargador Frontal

Tabla XLIV: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Cargador Frontal en la Unidad Minera

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, Aeqx (m/s ²) - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-0,008	0,045219	0,018460	-0,055454	0,03945	-0,433	5	0,683
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, Aeqy (m/s ²) - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-0,057733	0,036394	0,014858	-0,095927	-0,01953	-3,886	5	0,012
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, Aeqz (m/s ²) - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	0,019333	0,071603	0,029232	-0,05581	0,09447	0,661	5	0,538

Fuente: Elaborado por el autor.

Excavadora

Tabla XLV: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Excavadora en la Unidad Minera - Cuerpo entero

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, Aeqx (m/s ²) - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-0,10957	0,035187	0,011127	-0,134741	-0,08439	-9,847	9	0,000
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, Aeqy (m/s ²). - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-0,11808	0,119992	0,037944	-0,203917	-0,03224	-3,112	9	0,012
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, Aeqz (m/s ²). - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-0,08245	0,044705	0,014137	-0,114430	-0,05047	-5,832	9	0,000

Fuente: Elaborado por el autor.

Motoniveladora

Tabla XLVI: Exposición Ocupacional a Vibraciones de Cuerpo Entero durante las Actividades de Operador de Motoniveladora en la Unidad Minera

Par 1	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación tip.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X, Aeqx (m/s) - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-.180167	.035919	.014664	-.217861	-.142472	-12.286	5	.000
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y, Aeqy (m/s ²). - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	.025500	.332989	.135942	-.323951	.374951	.188	5	.859
Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z, Aeqz (m/s ²). - Aceleración equivalente ponderada en frecuencia Total, Aeq(T) (m/s ²).	-.089667	.032605	.013311	-.123883	-.055450	-6.736	5	.001

Fuente: Elaborado por el autor.

4.2.6. Interpretación del Análisis de las encuestas aplicadas a los operadores de maquinarias.

Observando las Tablas XLIX, L, LI y LII, 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 Unidad Minera, 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 XLVII: Operadores de Motoniveladoras
(06 Operadores)**

	1. Se siente afectado en su salud por las vibraciones producidas por la maquinaria minera 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 de 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

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Fuente: Elaborado por el autor.

Se observa que la moda es 1. Es decir que no les afecta en NADA su salud.

**Tabla XLVIII: Operadores de Volquetes
(20 Operadores)**

	1. Se siente afectado en su salud por las vibraciones producidas por la maquinaria minera 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 salud en el sistema 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	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	2,00	1,15	1,70	1,15	1,55	1,30	1,15	1,35	1,35	1,10
Moda	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Varianza	,632	,134	,326	,134	,471	,326	,134	,345	,239	,095

Fuente: Elaborado por el autor.

Se observa que la moda es 1. Es decir que no les afecta en NADA su salud. Solo dos manifiestan que les afecta UN POCO.

**Tabla XLIX: Operadores de Cargador Frontal
(06 Operadores)**

	1. Se siente afectado en su salud por las vibraciones producidas por la maquinaria minera 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	1,83	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

Se observa que la moda es 1. Es decir que no les afecta en NADA su salud. Solo dos manifiestan que les afecta UN POCO

Fuente: Elaborado por el autor.

**Tabla L: Operadores de Excavadoras
(10 Operadores)**

	1. Se siente afectado en su salud por las vibraciones producidas por la maquinaria minera 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	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media	2,30	1,50	2,30	2,00	1,40	1,80	1,30	2,10	1,40	1,60
Moda	2	1	1 ^a	2	1	1 ^a	1	2	1	1
Varianza	,233	,500	1,567	,667	,489	,622	,233	,544	,267	,489

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Fuente: Elaborado por el autor.

Se observa que la moda es 1. Es decir que no les afecta en NADA su salud. Solo a dos les afecta UN POCO.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- A. Se estableció que la magnitud de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero son: Motoniveladoras ($0,30 \text{ m/s}^2$); Excavadoras ($0,29 \text{ m/s}^2$ a $0,38 \text{ m/s}^2$); Cargador Frontal ($0,13 \text{ m/s}^2$ a $0,18 \text{ m/s}^2$) y Volquete ($0,15 \text{ m/s}^2$ a $0,27 \text{ m/s}^2$); lo cual no afecta la salud de los trabajadores en la Unidad Minera, porque no llegan al mínimo establecido por ley de $0,5 \text{ m/s}^2$.
- B. Se determinó que en el Estudio de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero durante las actividades del operador, los valores son: Camión Volquete ($A_{eqX}=0,000$; $A_{eqY}=0,000$; $A_{eqZ}=0,000$). Cargador Frontal ($A_{eqX}=0,683$; $A_{eqY}=0,012$; $A_{eqZ}=0,538$). Excavadora ($A_{eqX}=0,000$; $A_{eqY}=0,012$; $A_{eqZ}=0,000$). Motoniveladora ($A_{eqX}=0,000$; $A_{eqY}=0,859$; $A_{eqZ}=0,001$). **No afectan la salud de los trabajadores** en la Unidad minera, porque no llegan al mínimo de $0,5 \text{ m/s}^2$ establecido por ley. Sólo en los casos Cargador Frontal para el eje X y Z y en el caso de la Motoniveladora en el eje Y, presentan ligeras alzas.
- C. De las pruebas de t de Student 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. Sin embargo de los 38 operarios analizados de los 40 de la muestra (02 no se hizo por ser un número insuficiente para la prueba), no llega al mínimo establecido por ley de $0,5 \text{ m/s}^2$. Estos son en los rangos:
- Vibración en Motoniveladora : De $0,30 \text{ m/s}^2$
 - Vibración en Excavadora : 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 $0,18 \text{ m/s}^2$
 - Vibración en volquete : De $0,15 \text{ m/s}^2$ hasta $0,27 \text{ m/s}^2$

- D. Se determinó que la dirección en que inciden en el cuerpo humano las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero para los ejes $A_{eqX}=0,17075$ m/s^2 , $A_{eqY}=0,24775$ m/s^2 y $A_{eqZ}=0,13475$, en promedio **no afectan la salud de los trabajadores** en la Unidad Minera, porque no llegan al mínimo establecido por ley de $0,5$ m/s^2 .
- E. Se determinó que el tiempo de exposición de 8 h de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero es de $0,5$ m/s^2 , no afectan la salud de los trabajadores en la Unidad Minera, porque no llegan al límite establecido por ley de $1,15$ m/s^2 .
- (*): Ref: D.S. N° 055 - 2010 "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería"
- F. En el análisis de las encuestas realizada a los trabajadores, en el estadístico SPSS, ante la pregunta SI las vibraciones afectan la salud, en un 90% respondieron que en NADA les afecta la salud.
- G. En el Anexo N° 02, se puede observar que en el EXAMEN MÉDICO LABORAL, no se detectó ninguna afección, ni malestar debido al trabajo en las maquinarias mineras que producen vibración.

5.2. Recomendaciones

- A) El presente estudio es preliminar y está sujeto como base a futuros estudios de investigación.
- B) Añadir aislantes de vibración entre el trabajador y las estructuras de apoyo de la máquina, como por ejemplo caucho, neoprene, materiales elásticos, etc.
- C) Se recomienda la revisión periódica de los accesorios anti vibración en los asientos de los vehículos y la suspensión de los asientos.
- D) Añadir un sistema de aislamiento o amortiguamiento (plataforma de caucho) entre la base del asiento y los pies del trabajador.
- E) Realizar mediciones periódicas con una frecuencia mínima de 01 año. De acuerdo a lo dispuesto por la norma. (D.S. N° 055- 2010 "Reglamento de Seguridad y salud ocupacional en Minería).

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

6.1. Referencias bibliográficas

- Aenor (2010). *Manual de Normas UNE. Seguridad de las Máquinas*. 5ta. Edición actualizada. AENOR Ediciones. Madrid
- Atlas Copco (2010). *Guía de la Minería Subterránea: Métodos y Aplicaciones*.
- Bernaola Alonso M., et al. (1989). *Las vibraciones y nuestra salud*. INSHT. Madrid,
- Boulangier P., et al. (1988). *El ambiente vibrátil en el puesto de conducción de ingenios de obra, de cabezas tractoras y de camiones*. Notas y documentos sobre prevención de riesgos profesionales. Nº 163; Instituto Nacional de medicina y Seguridad del trabajo. Madrid.
- Chazeau J.C. (1988). *Metrología de las vibraciones de baja y media frecuencia*. Notas y documentos sobre prevención de riesgos profesionales. Nº 163; Instituto Nacional de medicina y Seguridad del trabajo. Madrid.
- Christ E., et al. (1991). *Vibraciones en el lugar de trabajo*. Edición para España, por el INSHT. Madrid.
- Donati P., et al. (1988). *Mediciones, interpretación y prevención técnica de las vibraciones transmitidas al hombre*. Notas y documentos sobre prevención de riesgos profesionales. Nº 163; Instituto Nacional de medicina y Seguridad del trabajo. Madrid.
- Guti, Victor (2004). *Técnicas de Mantenimiento industrial*. Documentos Técnicos del INSHT. 59:91. Madrid.
- Norma ISO 2631-1. (1997). *Mechanical vibration and shock. Evasluacion of human exposure to wholebody vibration. Part 1: General Requirements*.
- Norma UNE 3210284. (1995). *Vibraciones mecánicas. Método de laboratorio para evaluar las vibraciones del asiento en el vehículo. Parte 1: Requisitos básicos*.
- O.I.T. (2001). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Edición española del MTAS. Subdirección General de Publicaciones. Madrid.

Prost G. (1988). *Las vibraciones transmitidas al conjunto del cuerpo*. Notas y documentos sobre prevención de riesgos profesionales. N° 163; Instituto Nacional de medicina y Seguridad del trabajo. Madrid.

Santurio D. José; Ferrera C. Amanda; López A. Víctor (2003). *Exposición a Vibraciones Globales en Maquinaria de Obra Pública. Estudio De Situación*. Instituto Asturiano de riesgos Laborales. Universidad de Oviedo. España

6.2. Referencias hemerográficas

- Decreto Supremo N° 055-2010-EM. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería.
- Decreto Supremo N° 012-2010-TR. Disposiciones relativas a la obligación de los empleadores y Centros médicos asistenciales a reportar a los Ministerios, los accidentes de trabajo, incidentes peligrosos y enfermedades ocupacionales.
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). 2005. Manual de Seguridad Ocupacional.

6.3. Referencias electrónicas

- Carranza B., Alexandra.; Vallejo G., José (2006). *Ergonomía Ocupacional. Número 23: Factores de riesgo Ergonómico. Vibraciones*.
www.ergocupacional.com
- Desplazamiento, Velocidad y Aceleración. <http://www.dliengineering.com/>
- Riesgos asociados a las explotaciones mineras.
http://camaraminera.org/uploads/COMG/actividades_eventos/formacion/xornadaseguridad/JavierTaboadaCastro.pdf
- Diferentes tipos de vibraciones mecánicas. Ramon F. Mateo G. <http://Diferentes tipos de vibraciones mecánicas – www.monografias.com.mht>
- Las vibraciones en el cuerpo humano. www.ecured.com
- Introducción al Análisis de Vibraciones. <http://www.dliengineering.com/>
- Unidades de Vibración. <http://www.azimadli.com/>

ANEXOS

ANEXO N° 1: Matriz de Consistencia

Título: Estudio de la Vibración Producida por Maquinaria Minera en la Salud de los Trabajadores en una Empresa Minera.

PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICOS	VARIABLES E INDICADORES E INSTRUMENTOS	DISEÑO METODOLÓGICO	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cómo conocer si la vibración de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>A. ¿Cómo establecer si la magnitud de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera?</p> <p>B. ¿Cómo determinar si la frecuencia de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera?</p> <p>C. ¿Cómo determinar si la dirección en que inciden en el cuerpo humano las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera?</p> <p>D. ¿Cómo determinar si el tiempo de exposición de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Conocer si la vibración de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>A. Establecer si la magnitud de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera.</p> <p>B. Determinar si la frecuencia de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera.</p> <p>C. Determinar si la dirección en que inciden en el cuerpo humano las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera.</p> <p>D. Determinar si el tiempo de exposición de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>Hipótesis General</p> <p>La vibración de maquinarias en cuerpo entero afecta la salud de los trabajadores en una empresa minera.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>A. La magnitud de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afectan la salud de los trabajadores en una empresa minera.</p> <p>B. La frecuencia de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afectan la salud de los trabajadores en una empresa minera.</p> <p>C. La dirección en que inciden en el cuerpo humano las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afectan la salud de los trabajadores en una empresa minera.</p> <p>D. El tiempo de exposición de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero afectan la salud de los trabajadores en una empresa minera.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Vibración de Maquinarias en Cuerpo Entero</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Salud de los trabajadores.</p> <p>Indicadores.</p> <p>Frecuencia de vibración.</p> <p>Intensidad de vibración.</p> <p>Valor de exposición a la vibración.</p> <p>Valor límite a la exposición a la vibración.</p> <p>Afecciones a la salud por exposición a la vibración.</p> <p>Instrumentos de Medición</p> <p>Vibrómetro</p>	<p>Tipo y Nivel de Investigación</p> <p>El nivel de la investigación es Descriptiva.</p> <p>El tipo es Correlacional.</p> <p>Diseño de la Investigación</p> <p>La presente investigación es Descriptiva, de carácter no experimental.</p>	<p>Universo, Población y Muestra</p> <p>La población de trabajadores de la empresa expuesta a las diversas vibraciones son 20, siendo la muestra Intencionada de 20 trabajadores, los cuales son los que operan equipos de mayor vibración.</p> <p>Recolección de la información</p> <p>La Recolección de la información se hizo mediante monitoreos por empresas especialistas en el tema de vibración.</p>

ANEXO N° 2: Descripción de equipos.

1.- CARGADOR FRONTAL

Los Cargadores de Ruedas Serie H Cat satisfacen las necesidades actuales de alto rendimiento, tiempo útil máximo y operaciones de bajo costo. Diseñados para mantener su posición competitiva, estos cargadores le permiten terminar su trabajo más rápido y, al mismo tiempo, generar más ganancias.

- **Rendimiento** La Serie H Cat responde a la necesidad de un trabajo arduo en cualquier condición. La modulación fina y constante proporciona un control superior del cucharón con menor cantidad de derrames. Los controles de implementos electrohidráulicos y el sistema hidráulico de detección de carga con capacidad de levantamiento e inclinación simultánea de la Serie H ofrecen un mejor control con menor esfuerzo.
- **Eficiencia** Los Cargadores de Ruedas Cat le permiten ahorrar dinero, ya que mantienen los costos de operación en un valor mínimo (es decir, mayor trabajo por unidad de combustible utilizada).
- **Cumplimiento** Estos cargadores de ataque frontal cumplen con las normas Tier 3 sobre emisiones, por medio de la tecnología de motores ACERT™, y con las normas Stage II sobre niveles de ruido.
- **Comodidad** Las cabinas Serie H están ergonómicamente diseñadas con asientos de alta comodidad y controles de amortiguación optativos que ofrecen el mejor entorno de trabajo.
- **Capacidad de servicio** Se puede acceder a los puntos de servicio fácilmente desde el suelo a través de los centros de servicio eléctrico e hidráulico. Estas características clave facilitan el servicio en revisiones diarias, intervalos de servicio prolongados, y permiten reducir los costos de operación y posesión.

Caterpillar y su distribuidor Cat ofrecen la financiación que necesita para tener una cargadora nueva en su sitio de trabajo y un plan de seguro personalizado para proteger su inversión.

Cargador de Ruedas 950H

Rendimiento palpable con la capacidad para trabajar en las aplicaciones más exigentes. Comodidad y eficiencia sin igual del operador en una cabina de calidad mundial. Controles electrónicos e hidráulicos revolucionarios para una operación de esfuerzo bajo. Mayor productividad con menores costos de posesión y operación.

Motor	
Potencia neta - ISO 9249	197 hp
Modelo de motor	Cat® C7 ACERT™
Potencia neta - 80/1269/EEC	197 hp
Potencia al volante	197 hp
Potencia bruta SAE J1995	217 hp
Potencia neta - SAE J1349	195 hp
Par máximo (neto) a 1.400 rpm	669 ft-lb
Calibre	4.33 in



Fuente: Unidad Minera Breapampa

Carrera

5 in

Cilindrada439 in³**Pesos**

Peso en orden de trabajo

40435 lb

Cucharones

Capacidades de los cucharones

2.5-3.5 m³ 3.25-4.5 yd³

Capacidad máx. del cucharón

4.5 yd³

Ancho del cucharón

9.6 ft

Capacidad - Cucharón de referencia

4 yd³

Tipo - Cucharón de referencia

General purpose

Fuerza de desprendimiento del cucharón de referencia

37125 lb

Especificaciones de operación

Altura de descarga

9.59 ft

Fuerza de desprendimiento

37125 lb

Carga límite de equilibrio estático, a pleno giro - Cucharón

24068 lb

Carga límite de equilibrio estático, a pleno giro - horquillas

9421 lb

Transmisión

Avance 1

4.3 mph

Avance 2

7.9 mph

Avance 3

13.9 mph

Avance 4

23 mph

Retroceso 1

4.7 mph

Retroceso 2

8.6 mph

Retroceso 3

15.2 mph

Retroceso 4

24.9 mph

Sistema hidráulico

Sistema de cucharón/herramienta - Salida de la bomba

71 gal/min

Tipo de bomba del sistema de la dirección

Piston

Tiempo de ciclo hidráulico - Subir

6.2 Seconds

Tiempo de ciclo hidráulico - Descargar

1.3 Seconds

Tiempo de ciclo hidráulico - Bajar, vacío, descenso libre

2.5 Seconds
Tiempo de ciclo hidráulico - Total
10 Seconds
Frenos
Frenos
Meets required standards.
Ejes
Delantero
Fixed front
Trasero
Oscillating +/- 13°
Subida y bajada máximas de una sola rueda
18.5 in
Neumáticos
Neumáticos
Choose from a variety of tires to match your application.
Cabina
Estructuras ROPS / FOPS
Meets SAE and ISO standards.
Capacidades de llenado
Tanque de combustible - Estándar
83 gal
Sistema de enfriamiento
11 gal
Cárter
7.9 gal
Transmisión
9 gal
Diferenciales y mandos finales - delanteros
9.5 gal
Diferenciales y mandos finales - traseros
9.5 gal
Tanque hidráulico
29 gal
Dimensiones
Altura hasta la parte de arriba de la estructura ROPS
11.3 ft
Altura hasta la parte superior del tubo de escape
11.05 ft
Altura hasta la parte superior del capó
8.08 ft
Espacio libre sobre el suelo
1.35 ft
Altura de pasador B - estándar
13.1 ft
Altura de pasador B - levantamiento alto
14.73 ft
Desde la línea de centro del eje trasero hasta el extremo del contrapeso
6.41 ft
Distancia entre los ejes
10.99 ft
Altura de pasador B en transporte - estándar
1.49 ft
Altura de pasador B en transporte - levantamiento alto
1.94 ft
Desde la línea de centro del eje trasero hasta el enganche

5.5 ft
Inclinación hacia atrás a levantamiento máximo
59.5 Degrees
Ángulo de descarga a altura máxima de levantamiento
48.2 Degrees
Inclinación hacia atrás en transporte
45 Degrees
Inclinación hacia atrás en el suelo
38.5 Degrees
Altura hasta la línea de centro del eje
2

2.- EXCAVADORAS

Puntos destacados de las excavadoras medianas Cat

- Las excavadoras hidráulicas Cat son conocidas por su gran par de rotación, su potencia hidráulica, su controlabilidad, sus ciclos más rápidos, sus menores costos operativos y de propiedad, y la mejor productividad en toneladas por hora de la industria.
- Los exclusivos cojinetes de rotación del bastidor superior están diseñados para producir un mayor contacto de superficie, lo que brinda una vida útil más prolongada, proporciona mayor estabilidad y disminuye el cabeceo de la máquina.
- Cat es el único fabricante que ofrece un radio compacto, un radio más reducido y un radio estándar en la clase de excavadora hidráulica de tamaño mediano.
- Las excavadoras hidráulicas están equipadas con el sistema Product Link, que permite al cliente vigilar la máquina desde un lugar remoto, llevando un seguimiento de las horas de uso, la ubicación, la seguridad y el estado de la máquina.

Units: US Metric
<ul style="list-style-type: none"> • Motor
<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de motor
<ul style="list-style-type: none"> • Cat® C6.6 ACERT™
<ul style="list-style-type: none"> • Calibre
<ul style="list-style-type: none"> • 4.1 in
<ul style="list-style-type: none"> • Carrera
<ul style="list-style-type: none"> • 5 in
<ul style="list-style-type: none"> • Cilindrada
<ul style="list-style-type: none"> • 403 in3
<ul style="list-style-type: none"> • Potencia bruta ? SAE J1995
<ul style="list-style-type: none"> • 164 hp
<ul style="list-style-type: none"> • Potencia neta ? SAE J1349
<ul style="list-style-type: none"> • 152 hp
<ul style="list-style-type: none"> • Pesos
<ul style="list-style-type: none"> • Peso en orden de trabajo máximo**
<ul style="list-style-type: none"> • 56440 lb
<ul style="list-style-type: none"> • Peso máximo
<ul style="list-style-type: none"> • 56440 lb
<ul style="list-style-type: none"> • Peso en orden de trabajo mínimo*
<ul style="list-style-type: none"> • 52250 lb
<ul style="list-style-type: none"> • Peso mínimo
<ul style="list-style-type: none"> • 52250 lb
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades de llenado

- Capacidad del tanque de combustible
- 76.6 gal
- Sistema de enfriamiento
- 7.9 gal
- Mando de giro
- 2.1 gal
- Mando final (cada lado)
- 2.1 gal
- Sistema hidráulico (incluido el tanque)
- 54.2 gal
- Tanque hidráulico
- 30.4 gal
- Aceite del motor (con filtro)
- 6.1 gal
- **Mecanismo de rotación**
- Velocidad de giro
- 11.2 RPM
- Par de giro
- 45581 lb ft
- **Mando**
- Tracción máxima en la barra de tiro
- 46086 lb
- Velocidad de desplazamiento máxima
- 3.5 mph
- **Sistema hidráulico**
- Sistema piloto: flujo máximo
- 6.4 gal/min
- Sistema piloto: presión máxima
- 569 psi
- Cilindro de la pluma - Calibre
- 4.7 in
- Cilindro de la pluma - Carrera
- 49.6 in
- Calibre del cilindro del brazo
- 5.5 in
- Cilindro del brazo - Carrera
- 59.2 in
- Circuito auxiliar: flujo máximo: primario
- 56.5 gal/min
- Circuito auxiliar: flujo máximo: secundario
- 56.5 gal/min
- Cilindro del cucharón B1: calibre
- 4.7 in
- Cilindro del cucharón B1: carrera
- 43.5 in
- Sistema principal ? Flujo máximo (Total)
- 113.1 gal/min
- Presión máxima: equipo: levantamiento pesado
- 5511 psi
- Presión máxima ? Equipo ? Normal

- 5076 psi
- Presión máxima ? Giro
- 3626 psi
- Presión máxima ? Desplazamiento
- 5076 psi
- Sistema de rotación: flujo máximo
- 56.5 gal/min
- **Sonido**
- Ruido para el operador (cerrado): ISO 6396
- 71 dB(A)
- Ruido para el operador: ISO 6395
- 103 dB(A)
- **Normas**
- Frenos
- ISO 10265 2008
- Cabina/FOGS
- ISO 10262 1998
- Cabina/ROPS
- ISO 12117-2 2008
- **Cadena**
- Cantidad de zapatas (cada lado) para el tren de rodaje largo
- 49 piezas
- Cantidad de rodillos de cadena (cada lado) para el tren de rodaje largo
- 8 piezas
- Cantidad de rodillos portadores (cada lado) para el tren de rodaje largo



Fuente: Unidad Minera Breapampa

3.- MOTONIVELADORA

Motoniveladora 140M2 con tracción en todas las ruedas

La serie M 2 continúa el legado de calidad establecido por las motoniveladoras Cat®. El amplio programa de validación, combinado con mejoras en el proceso de fabricación, permite a Caterpillar mejorar aún más nuestra calidad. El resultado final de este proceso de desarrollo es una línea de motoniveladoras con tecnologías innovadoras, probadas en el campo y construidas en torno a aplicaciones y necesidades del cliente reales. Las motoniveladoras de la serie M 2 cumplen las normativas sobre emisiones Tier 4 Interim de la EPA de EE. UU./Fase IIIB de la UE

Motor	
Potencia base (1ª marcha): neto	193 hp
Modelo de motor	Cat® C9.3 ACERT™
Calibre	4.5 in
Carrera	5.9 in
Velocidad a potencia nominal	2,100 rpm
Gama de AWD: neto	151-196 kW (202-263 hp)
Gama de AWD: neta (métrica)	151-196 kW (205-267 hp)
Potencia base (1ª marcha): neto (métrica)	196 hp
Emisiones	
U.S. Tier 4 Interim/EU Stage IIIB	
Alta temperatura ambiente: velocidad del ventilador: estándar	1,400 rpm
Par máximo	920 lb ft
Capacidad estándar	109 ° F
Reserva de par	50%
Gama de VHP adicional: neto	144-181 kW (193-243 hp)
Gama de VHP adicional: neta (métrica)	144-181 kW (196-246 hp)
VHP Plus: engranaje 1F, neto	193 hp
VHP adicional: engranaje 2F, neto	202 hp
VHP adicional: engranaje 3F, neto	213 hp
VHP adicional: engranaje 4F, neto	223 hp
VHP Plus: engranaje 5F, neto	228 hp
VHP adicional: engranaje 6F, neto	233 hp
VHP adicional: engranaje 7F, neto	238 hp
VHP adicional: engranaje 8F, neto	243 hp



Fuente: Unidad Minera Breapampa

Cilindrada

567.5 in3

Número de cilindros

6

Reducción de potencia por altitud

10000 ft

Temperatura ambiente alta: velocidad del ventilador: máxima

1,550 rpm

Temperatura ambiente alta: velocidad del ventilador: mínima

500 rpm

Capacidad ambiental: alta

122 ° F

Tren de fuerza**Marchas de avance/retroceso**

8 Fwd/6 Rev

Transmisión

Direct Drive, Powershift

Frenos: servicio

Multiple Oil Disc

Frenos: servicio: superficie

3565 in2

Frenos: estacionamiento

Multiple Oil Disc

Frenos: secundarios

Dual Circuit

Sistema Hidráulico**Tipo de circuito**

Parallel

Tipo de bomba

Variable Piston

Rendimiento de la bomba

55.7 gal/min

Presión máxima del sistema

3500 psi

Capacidad del tanque de reserva

15.85 gal

Presión de reserva

609 psi

Especificaciones en orden de trabajo**Velocidad máxima: avance**

29 mph

Velocidad máxima: retroceso

22.9 mph

Radio de giro (neumáticos delanteros exteriores)

24.93 ft

Gama de dirección: izquierda/derecha

47.5°

Ángulo de articulación: izquierda/derecha

20°

1ª de avance

2.5 mph

2ª de avance

3.4 mph

3ª de avance

5 mph

4ª de avance

6.9 mph

5ª de avance

10.6 mph

6ª de avance

14.5 mph
7ª de avance
19.9 mph
8ª de avance
29 mph
1ª de retroceso
2 mph
2ª de retroceso
3.7 mph
3ª de retroceso
5.4 mph
4ª de retroceso
8.4 mph
5ª de retroceso
15.7 mph
6ª de retroceso
22.9 mph
Capacidad de llenado
Capacidad de combustible
110 gal
Sistema de enfriamiento
14.8 gal
Sistema hidráulico total
26.4 gal
Sistema hidráulico: tanque
16.9 gal
Aceite de motor
7.9 gal
Transmisión/dirección diferencial/mandos finales
17.2 gal
Caja en tándem (cada una)
16.9 gal
Caja de cojinete de punta de eje de rueda delantera
0.13 gal
Caja de motor de giro
1.8 gal
Bastidor
Barra de tiro: ancho
3 in
Círculo: diámetro
60.2 in
Círculo: grosor de la viga de la hoja
1.6 in
Barra de tiro: altura
6 in
Estructura del bastidor delantero: altura
12.6 in
Estructura del bastidor delantero: ancho
10 in
Barra de tiro: grosor
0.5 in
Placa superior o inferior delantera: ancho
12 in
Placa superior o inferior delantera: grosor
0.87 in
Eje delantero: altura al centro
23.6 in
Eje delantero: inclinación de la rueda, izquierda o derecha
18°
Eje delantero: oscilación total por lado
32°

Tandems

Altura

19.9 in

Ancho

8.3 in

Grosor de la pared lateral: interno

0.63 in

Grosor de la pared lateral: externo

0.71 in

Mando de la cadena de la sierra

2 in

Separación del eje de la rueda

59.95 in

Oscilación en tándem: parte delantera hacia arriba

15°

Oscilación en tándem: parte delantera hacia abajo

25°

Vertedera

Ancho de la hoja

12 ft

Vertedera: altura

24 in

Vertedera: grosor

0.87 in

Radio de arco

16.3 in

Espacio libre de garganta

6.5 in

Cuchilla: ancho

6 in

Cuchilla: grosor

0.6 in

Broca del extremo: ancho

6 in

Broca del extremo: grosor

0.6 in

Tracción de la hoja: peso bruto del vehículo base

25765 lb

Tracción de la hoja: GVW máximo

34072 lb

Presión descendente de la hoja: peso bruto del vehículo base

16365 lb

Presión descendente de la hoja: peso bruto del vehículo máximo

29196 lb

Gama de la hoja

Cambio central del círculo: derecho

28.7 in

Cambio central del círculo: izquierdo

27.4 in

Desplazamiento lateral de la vertedera: derecha

26 in

Desplazamiento lateral de la vertedera: izquierda

20.1 in

Ángulo máximo de posición de la hoja

90°

Gama de la punta de la hoja: avance

40°

Gama de la punta de la hoja: hacia atrás

5°

Alcance máximo del resalto fuera de los neumáticos: derecha

77.87 in

Alcance máximo del resalto fuera de los neumáticos: izquierda

70.5 in

Levantamiento máximo sobre el suelo

18.9 in

Profundidad máxima de corte

28.1 in

Desgarrador

Separación del soporte del vástago del desgarrador

21 in

Profundidad de desgarramiento: máximo

16.8 in

Soportes del vástago del escarificador

5

Fuerza de penetración

20693 lb

Fuerza de dislocación

27655 lb

Aumento de la longitud de la máquina, viga elevada

40.6 in

Escarificador

Tipo V delantero: separación del soporte del vástago del escarificador

18.4 in

Tipo V delantero: soportes del vástago del escarificador

5/11

Tipo V delantero: profundidad de escarificación máxima

40.6 in

Tipo V delantero de 5 u 11 dientes: separación del soporte del vástago del escarificador

4.6 in

Tipo V delantero de 5 u 11 dientes: soportes del vástago del escarificador

5/11

Tipo V delantero de 5 u 11 dientes: profundidad de escarificación máxima

18.4 in

Tipo V delantero de 5 u 11 dientes: ancho de trabajo

40.6 in

Delantero tipo V Ancho de trabajo

47.4 in

Tipo V medio: separación del soporte del vástago del escarificador

4.6 in

Tipo V medio: soportes del vástago del escarificador

11

Tipo V medio: profundidad de escarificación máxima

11.5 in

Tipo V medio: ancho de trabajo

46.6 in

Trasero: profundidad de desgarramiento máximo

16.8 in

Trasero: profundidad máxima de escarificación

16.8 in

Trasero: ancho de trabajo

84 in

Trasero: soportes del vástago del escarificador

9

Trasero: separación del soporte del vástago del escarificador

10.5 in

Pesos

Peso bruto del vehículo: máximo: total

54869 lb

Peso bruto del vehículo: máximo: eje delantero

17009 lb

Peso bruto del vehículo: máximo: eje trasero

37860 lb
Peso en orden de trabajo equipado normalmente: eje delantero
13534 lb
Peso en orden de trabajo equipado normalmente: eje trasero
32118 lb
Peso bruto del vehículo: base: eje delantero
10660 lb
Peso bruto del vehículo: base: eje trasero
29444 lb
Peso bruto del vehículo: base: total
40104 lb
Peso en orden de trabajo equipado normalmente: total
45652 lb
Normas
Frenos
ISO 3450, ISO 10265
ROPS/FOPS
ISO 3471/ISO 3499
Sonido

4.- VOLQUETE VOLVO FM

EL VOLVO FM ESTÁ DISPONIBLE EN UNA SERIE DE VARIANTES para diferentes tipos de trabajo de construcción. Para las tareas más exigentes, con necesidades especiales en cuanto a cargas y capacidad fuera de la carretera, recomendamos nuestro chasis XH. Puede manejar hasta 120 toneladas y cuenta con una distancia extra alta al suelo, un eje delantero recto, componentes bien protegidos, una resistente protección del cárter y un cárter de aceite de acero. El nuevo y sólido parachoques de acero, con su generoso ángulo de avance, convierte al FM en un camión muy bien equipado para hacer frente a condiciones de conducción difíciles. Nuestro nuevo motor de 13 litros, con una potencia máxima de 480 CV, aporta un enorme par de 2400 Nm. Y si selecciona nuestra caja de cambios automática Powertronic, que ahora está disponible en una nueva versión que ofrece una respuesta incluso mejor y una capacidad mejorada para subir pendientes, obtendrá un arranque y cambio de marchas suaves, sin interrupción alguna TRACCIÓN TOTAL. La tracción total, combinada con potencias de hasta 480 CV, proporciona la mejor conducción posible en las peores condiciones. CAMBIO DE MARCHAS AUTOMÁTICO PARA CUALQUIER TIPO DE CARRETERA. La cómoda I-shift para un transporte eficaz en carreteras en buen estado. La sólida Powertronic para las condiciones más difíciles fuera de la carretera. BOGIE MÁS LIGERO. Un bogie de conducción con nuevas ballestas ligeras proporciona excelentes cualidades de conducción y permite transportar mayores cargas útiles. NUEVOS EJES CON REDUCCIÓN DE CUBO. La amplia gama de nuevos ejes Volvo con reducción de cubo se caracteriza por sus relaciones rápidas, reducido peso y bajas pérdidas internas debidas a la fricción. de la transmisión de potencia, una ventaja indudable cuando se conduce en carreteras resbaladizas. Nuestro chasis XH está disponible como camión 6x4 u 8x4 y en configuraciones de tracción total 4x4 y 6x6. La tracción total está disponible en combinación con potencias de hasta 480 CV sin limitación del par, lo cual se traduce en una capacidad de maniobra superior. Y si pasa más tiempo en la carretera que en la propia obra, ahora puede elegir la caja de cambios automática Volvo I-shift. Está disponible en varias versiones nuevas para pesos brutos de más de 60 toneladas. La amplia gama de nuevos ejes ligeros con reducción de cubo de rueda y pérdidas internas bajas le permite adaptar el camión a sus necesidades específicas, transportar más carga y ahorrar combustible. Gracias a una espaciosa cabina diurna con acabado interior resistente a la suciedad, el Volvo FM resulta perfectamente adecuado para realizar trabajo productivo en un sector en el que la productividad es lo que realmente importa.



Fuente: Unidad Minera Breapampa

8.- PERFORADORA

D25KS

Los D25KS están equipados de un down-the-hole (DTH) taladro de percusión, incluyendo una alta presión de compresor de aire, lubricador de línea y control de avance fino. Se utiliza comúnmente en grandes canteras y en minas de oro y otros metales. Es el ejercicio de la opción entre muchos contratistas.

127 a 172 mm (5 "a 6 3/4") de diámetro

Perforado a profundidades de hasta 27 m (88')

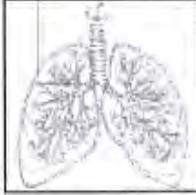
Pulldown 124 kN (27 800 lb)

Bit cargar hasta 143 kN (32 000 lb)



Fuente: Unidad Minera Breapampa

ANEXO N° 3: Examen Médico Laboral de Operadores de Máquina

COLUMNA VERTEBRAL		NORMAL					
ABDOMEN		TACTO RECTAL					
NORMAL		NO SE HIZO <input checked="" type="checkbox"/>	NORMAL <input type="checkbox"/>				
		NORMAL <input type="checkbox"/>	DESC OBS <input type="checkbox"/>				
ANILLOS INGUINALES		HERNIAS	VÁRICES				
NORMAL		AUSENTE	AUSENTE				
ÓRGANOS GENITALES		BANGLIOS					
NORMAL		NORMAL					
LENGUAJE ATENCIÓN, MEMORIA, ORIENTACIÓN, INTELIGENCIA, AFECTIVIDAD							
CONSERVADO							
		Vértices: Sin Alteraciones					
		Campos pulmonares: Parenquima Pulmonar Conservado					
		Hilios: Conservado					
		Senos: Libres, no efusión pleural					
		Mediastinos: Normal					
		Conclusiones radiograficas: Pulmones Radiográficamente Normal					
		Silueta cardiovascular: Dimensiones Normales					
N° Rx: 40774692 Fecha: 29/09/2013 Calidad: 2 Símbolos: 0/0							
0/0	1/0	1/1 1/2	2/1, 2/2, 3/3	3/2, 3/3, 3/4	A, B, C	St.	REACCIONES SEROLÓGICAS A LUES
CERO	1/0	UNO	DÓS	TRES	CUATRO		POSITIVO <input type="checkbox"/>
X							NEGATIVO <input checked="" type="checkbox"/>
Sin Neumoconiosis		Imagen radiografica de Exposición a Pelvo		Con Neumoconiosis		Otros Exámenes:	
NORMAL		SOSPECHA					
GRUPO SANGUÍNEO		FACTOR RH		HEMOGLÓBINA: 19,5 gr/dl		HEMATOCRITO: 59,00 %	
O <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> AB <input type="checkbox"/>		+ <input checked="" type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/>					
ORINA		NO PATOLÓGICO					
APTOS PARA TRABAJAR		Nombres y Apellidos del Médico		Colegiatura N°			
SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		PARIONA CRISPIN, JESSICA EMILIA		C.M.P. 59691			
EXAMENES COMPLEMENTARIOS:		EVALUACIÓN PSICOLÓGICA:		NO APLICA			
Observaciones							
Z01.1	EXAMEN DE OÍDOS Y DE LA AUDICIÓN	NORMOACUSIA. CAE: Permeable Pabellón Auricular; Sin Alteraciones. Usuario con resultados congruentes; umbrales auditivos dentro del rango normal bilateral; adecuada discriminación de la palabra a intensidad de voz normal bilateralmente.		 Firma del examinado  Huella digital índice derecho. Declaro que toda la información es verdadera.			
Z01.3	EXAMEN DE LA PRESION SANGUÍNEA	Presión Normal					
Z01.6	EXAMEN RADIOLÓGICO, NO CLASIFICADO EN OTRA PARTE	Placa normal. Campos pulmonares sin alteración, silueta cardiaca con dimensiones normales.					
Z01.7	EXAMEN DE LABORATORIO	Agudeza visual conservada. test de Ishihara sin alteraciones.					
Z10.0	EXAMEN DE SALUD OCUPACIONAL	Paciente Lucido orientado en tiempo espacio y persona. No se evidencian signos de irritación meníngea. Equilibrio y Coordinación Motora conservada. No presencia de masas ni adenopatías.					

ANEXO No. 7- C
FICHA MÉDICA OCUPACIONAL

EXAMEN MÉDICO

EMPRESA : CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A
 EMPRESA ESPECIALIZADA : TRANSPORTES SANTA BEATRIZ - INGENIERIA Y MINERIA
 APELLIDOS Y NOMBRES : AGUILAR QUISPE, ALEX

PREOCUPACIONAL
 ANUAL
 RETIRO
 REUBICACIÓN

Nº DE LA FICHA : 70053846

FECHA DE EXAMEN 16/10/2013

MINERALES EXPLOTADOS O PROCESADOS :

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:
 01/07/1991
 PUNO/PUNO/CHUCUITO

DOMICILIO HABITUAL
 JR. SANDIA 664 CHUCUITO - PUNO
 PUNO/PUNO/CHUCUITO

SUPERFICIE
 CONCENTRADORA
 SUBSUELO

ALTURA DE LABOR
 Debajo 2500 m 3501 a 4000 m
 2501 a 3000 m 4001 a 4500 m
 3001 a 3500 m Más de 4501 m

EDAD 22 Años
 SEXO M F

DOCUMENTO DE IDENTIDAD
 70053846

ESTADO CIVIL
 Soltero Conviviente
 Casado Viudo
 Divorciado

GRADO DE INSTRUCCIÓN
 Analfabeto Sec. Incomp.
 Prim. Incompleto Sec. Comp.
 Prim. Completo Técnico
 Universitario

TELEFONO: 951413626 / 959043982

Ruido Cancelegenos Temperaturas Cargas
 Polvo Mutagénicos Biológicos Mov. Repet
 Vib segmentaria Solventes Posturas PVD
 Vib total Metales pesados Turnos Otros

Describir según corresponda:

Puesto al que postula : OPERADOR DE ESCAVADORA

Puesto actual : OPERADOR DE ESCAVADORA

Reubicación : S: No

ANTECEDENTES OCUPACIONALES (VER HISTORIA OCUPACIONAL)

ANTECEDENTES PERSONALES (Enfermedad y accidentes en el trabajo y fuera del mismo)

NO REFIERE

ANTECEDENTES FAMILIARES

NO REFIERE

INMUNIZACIONES

TETANO
 HEPATITIS - B
 FIEBRE AMARILLA

NÚMERO DE HIJOS

Vivos 0 Muertos 0

HABITOS: Tabaco Alcohol Coca
 Nada Poco Habitual Excesivo

TALLA

1.71 mts

PESO

80.10 Kg

FUNCIÓN RESPIRATORIA

FVC 103

FEV1 108

FEV1/FVC 106

FEF 25-75% 116

Conclusion ESPIROMETRIA NORMAL

TEMPERATURA

37.20 °C

Cintura : 93 cm

Cadera : 93 cm

ICC: 1.00 cm

CABEZA NORMAL

CUELLO NORMAL

NARIZ NORMAL

BOCA, AMÍGDALAS, FARINGE, LARINGE NORMAL

Piezas que faltan: 0
 Piezas en mal estado: 0

OJOS	Sin corregir		Corregida	
	OD	OI	OD	OI
VISION DE CERCA	0.50	0.50	No usa	No usa
VISION DE LEJOS	20/30	20/25	No usa	No usa
VISION DE COLORES	Normal	Normal	No usa	No usa

ENFERMEDADES OCULARES

PRESENTE

REFLEJOS PUPILARES

CONSERVADO

OIDOS

Audición derecha 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000

Hz	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
	5	10	5	5	10	15	10

dB (A)

Audición izquierda 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000

Hz	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
	10	10	5	5	10	15	10

dB (A)

OTOSCOPIA OD : NORMAL
 OI : NORMAL

F. Respiratoria : 18 /min
 F. Cardíaca : 75 /min
 Sat O2 : 92 %

Presión Arterial Sistémica
 Sistólica : 100 mmHg
 Diastólica : 60 mmHg

PULMONES Normal Anormal Descripción

MIEMBROS SUPERIORES NORMAL

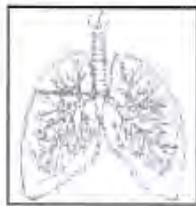
ABDOMEN	TACTO RECTAL
NORMAL	NO SE HIZO <input checked="" type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/>
	NORMAL <input type="checkbox"/> DESC OBS <input type="checkbox"/>

ANILLOS INGUINALES	HERNIAS	VÁRICES
NORMAL	AUSENTE	AUSENTE

ORGANOS GENITALES	GANGLIOS
NORMAL	NORMAL

LENGUAJE, ATENCIÓN, MEMORIA, ORIENTACIÓN, INTELIGENCIA, AFECTIVIDAD

CONSERVADO



Nº Rx 70053846
 Fecha 16/10/2013
 Calidad 2
 Símbolos 0/0

Vértices : Sin Alteraciones

Campos pulmonares : Parenquima Pulmonar Conservado

Hilios : Conservado

Senos : Libres, no efusión pleural Mediastinos : Normal

Conclusiones radiograficas : Pulmones Radiográficamente Normal Silueta cardiovascular : Dimensiones Normales

0/0	1/0	1/1, 1/2	2/1, 2/2 3/3	3/2, 3/3, 3/4	A, B, C	St.	REACCIONES SEROLÓGICAS A LUES
CERO	1/0	UNO	DOS	TRES	CUATRO		POSITIVO <input type="checkbox"/>
X							NEGATIVO <input checked="" type="checkbox"/>

Sin Neumoconiosis	Imagen radiográfica de Exposición a Polvo	Con Neumoconiosis	Otros Exámenes:
NORMAL	SOSPECHA		

GRUPO SANGÜINEO FACTOR RH HEMOGLOBINA: 16,8 gr/dl HEMATOCRITO: 51,00 %

O A B AB + -

ORINA NO PATOLÓGICO

APTOS PARA TRABAJAR	Nombres y Apellidos del Médico	Colegiatura Nº
SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	PARIONA CRISPIN, JESSICA EMILIA	C.M.P. 59691

EXAMENES COMPLEMENTARIOS : EVALUACION PSICOLOGICA: NO APLICA

Observaciones			
E67	OTROS TIPOS DE HIPERALIMENTACIÓN	Sobrepeso Dieta hipocalórica e hipograsa. Se recomienda aumentar actividad física.	 Firma del examinado  Huella digital índice derecho Declaro que toda la información es verdadera
H52	TRASTORNOS DE LA ACOMODACIÓN Y DE LA REFRACCIÓN	Ametropía corregida. Requiere evaluación por Oftalmología para uso de lentes	
Z01.1	EXAMEN DE OÍDOS Y DE LA AUDICIÓN	Normoacusia Se recomienda uso de protección auditiva estricta a exposición de ruido mayor a 60 Ds.	
Z01.3	EXAMEN DE LA PRESIÓN SANGÜÍNEA	Presión Normal	
Z01.6	EXAMEN RADIOLÓGICO, NO CLASIFICADO EN OTRA PARTE	Rx: Placa normal. Campos pulmonares sin alteración, silueta cardíaca con dimensiones normales.	
Z01.9	EXAMEN ESPECIAL NO ESPECIFICADO	Espirometría normal	

ANEXO No. 7- C
FICHA MÉDICA OCUPACIONAL

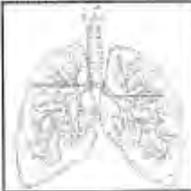
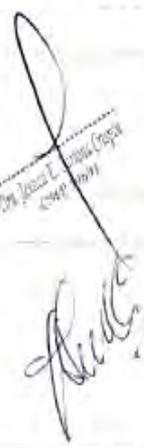
EXAMEN MÉDICO

EMPRESA : CIA DE MINAS BUENAVENTURA S A A
 EMPRESA ESPECIALIZADA : TRANSPORTES SANTA BEATRIZ - INGENIERIA Y MINERIA
 APELLIDOS Y NOMBRES : MARQUEZ HUAMAN, FERNANDO MIGUEL

PREOCCUPACIONAL
 ANUAL
 RETIRO
 REUBICACIÓN

Nº DE LA FICHA : 21874493

FECHA DE EXAMEN 26/09/2013		MINERALES EXPLOTADOS O PROCESADOS :																																																	
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: 25/05/1972		DOMICILIO HABITUAL ENTRADA EL CARMEN SIN																																																	
ICA/CHINCHA/CHINCHA ALTA		ICA/CHINCHA/CHINCHA ALTA																																																	
EDAD 41 Años	SEXO M <input checked="" type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	DOCUMENTO DE IDENTIDAD 21874493	ESTADO CIVIL Soltero <input type="checkbox"/> Conviviente <input checked="" type="checkbox"/> Casado <input type="checkbox"/> Viudo <input type="checkbox"/> Divorciado <input type="checkbox"/>																																																
TELEFONO: 956858586		GRADO DE INSTRUCCIÓN Analfabeto <input type="checkbox"/> Sec. Incomp. <input type="checkbox"/> Prim. Incompleto <input type="checkbox"/> Sec. Comp. <input checked="" type="checkbox"/> Prim. Completo <input type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/> Universitario <input type="checkbox"/>																																																	
Ruido <input checked="" type="checkbox"/>	Carcinógenos <input type="checkbox"/>	Temperaturas <input type="checkbox"/>	Cargas <input checked="" type="checkbox"/>																																																
Polvo <input checked="" type="checkbox"/>	Mutagénicos <input type="checkbox"/>	Biológicos <input type="checkbox"/>	Mov. Repet. <input checked="" type="checkbox"/>																																																
Vib segmentaria <input type="checkbox"/>	Silvónicos <input type="checkbox"/>	Posturas <input checked="" type="checkbox"/>	PVD <input type="checkbox"/>																																																
Vib total <input type="checkbox"/>	Metales pesados <input type="checkbox"/>	Tornos <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>																																																
Describir según corresponda: Puesto al que postula: OPERADOR DE CARGADOR FRONTAL Puesto actual: OPERADOR DE CARGADOR FRONTAL Reubicación: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>																																																			
ANTECEDENTES OCUPACIONALES (VER HISTORIA OCUPACIONAL)																																																			
ANTECEDENTES PERSONALES (Enfermedades y accidentes en el trabajo y fuera del mismo) ACCIDENTE DEPORTIVO - FISURA TOBILLO -2000																																																			
ANTECEDENTES FAMILIARES NO REFIERE		INMUNIZACIONES TETANO <input type="checkbox"/> HEPATITIS - B <input type="checkbox"/> FIEBRE AMARILLA <input type="checkbox"/>																																																	
		NÚMERO DE HIJOS VIVOS: 1 MUEORTOS: 0																																																	
HABITOS: Nada <input type="checkbox"/> Poco <input checked="" type="checkbox"/> Habitual <input type="checkbox"/> Excesivo <input type="checkbox"/>	Tabaco <input type="checkbox"/> Alcohol <input checked="" type="checkbox"/> Coca <input checked="" type="checkbox"/>	TALLA 1.72 mts MC 25.10	PESO 74.30 Kg																																																
		FUNCIÓN RESPIRATORIA FVC 94 FEV1 110 FEV1/FVC 116 FEF 25-75% 181 Conclusion: ESPIROMETRIA NORMAL																																																	
		TEMPERATURA Cintura 88 cm Cadera : 93 cm ICC 0.94 cm																																																	
GABEZA NORMAL		NARIZ NORMAL																																																	
CUELLO NORMAL		BOCA, AMÍGDALAS, FARINGE, LARINGE NORMAL																																																	
		Piezas que faltan: 0 Piezas en mal estado: 0																																																	
OJOS		ENFERMEDADES OCULARES																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Sin corregir</th> <th colspan="2">Corregida</th> </tr> <tr> <th>OD</th> <th>OI</th> <th>OD</th> <th>OI</th> </tr> <tr> <td>VISION DE CERCA</td> <td>0.50</td> <td>0.50</td> <td>No usa</td> </tr> <tr> <td>VISION DE LEJOS</td> <td>20/20</td> <td>20/20</td> <td>No usa</td> </tr> <tr> <td>VISION DE COLORES</td> <td>Normal</td> <td>Normal</td> <td>No usa</td> </tr> </table>		Sin corregir		Corregida		OD	OI	OD	OI	VISION DE CERCA	0.50	0.50	No usa	VISION DE LEJOS	20/20	20/20	No usa	VISION DE COLORES	Normal	Normal	No usa	<p align="center">AUSENTE REFLEJOS PUPILARES CONSERVADO</p>																													
Sin corregir		Corregida																																																	
OD	OI	OD	OI																																																
VISION DE CERCA	0.50	0.50	No usa																																																
VISION DE LEJOS	20/20	20/20	No usa																																																
VISION DE COLORES	Normal	Normal	No usa																																																
OIDOS		Presión Arterial Sistémica																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="8">Audiófonos derecha 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000</th> </tr> <tr> <th>Hz</th> <td>500</td> <td>1000</td> <td>2000</td> <td>3000</td> <td>4000</td> <td>6000</td> <td>8000</td> </tr> <tr> <th>dB (A)</th> <td>10</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>5</td> <td>20</td> <td>20</td> </tr> </table>		Audiófonos derecha 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000								Hz	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB (A)	10	5	10	10	5	20	20	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="8">Audiófonos izquierda 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000</th> </tr> <tr> <th>Hz</th> <td>500</td> <td>1000</td> <td>2000</td> <td>3000</td> <td>4000</td> <td>6000</td> <td>8000</td> </tr> <tr> <th>dB (A)</th> <td>15</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>15</td> </tr> </table>		Audiófonos izquierda 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000								Hz	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB (A)	15	5	10	20	20	20	15
Audiófonos derecha 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000																																																			
Hz	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000																																												
dB (A)	10	5	10	10	5	20	20																																												
Audiófonos izquierda 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000																																																			
Hz	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000																																												
dB (A)	15	5	10	20	20	20	15																																												
OTOSCOPIA OD : NORMAL OI : NORMAL		F Respiratoria : 20 min F Cardíaca : 88 min Sat O2 : 92 %																																																	
PULMONES Normal <input checked="" type="checkbox"/> Anormal <input type="checkbox"/>		MEMBROS SUPERIORES NORMAL																																																	

COLUMNA VERTEBRAL		NORMAL					
ABDOMEN		TACTO RECTAL					
NORMAL		NO SE HIZO <input checked="" type="checkbox"/>	NORMAL <input type="checkbox"/>				
		NORMAL <input type="checkbox"/>	DESC. OB6 <input type="checkbox"/>				
ANILLOS INGUINALES		HERNIAS	VÁRICES				
NORMAL		AUSENTE	AUSENTE				
ÓRGANOS GENITALES		GANGLIOS					
NORMAL		NORMAL					
LENGUAJE, ATENCIÓN, MEMORIA, ORIENTACIÓN, INTELIGENCIA, AFECTIVIDAD							
CONSERVADO							
		Vértices : Sin Alteraciones					
		Campos pulmonares : Parenquima Pulmonar Conservado					
		Hilos : Conservado					
		Senos : Libres, no efusión pleura					
		Mediastinos : Normal					
		Conclusiones radiograficas : Pulmones Radiográficamente Normal					
		Silueta cardiovascular : Dimensiones Normales					
N° Rx 21874493 Fecha 26/09/2013 Calidad 2 Símbolos 0/0							
0/0	1/0	1/1 1/2	2/1 2/2 3/3	3/2 3/3 3/4	A B C	St.	REACCIONES SEROLÓGICAS A LUES
CERO	1/0	UNO	DOS	TRES	CUATRO		POSITIVO <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>							NEGATIVO <input checked="" type="checkbox"/>
Sin Neumoconiosis	Imagen radiografica de Exposición a Polvo	Con Neumoconiosis		Otros Exámenes:			
NORMAL	SOSPECHA						
GRUPO SANGUINEO		FACTOR RH		HEMOGLOBINA: 17.2 gr/dl		HEMATOCRITO: 52.00 %	
O	<input checked="" type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>	AB	<input type="checkbox"/>
				+	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>
ORINA		NO PATOLÓGICO					
APTOS PARA TRABAJAR		Nombres y Apellidos del Médico		Colegiatura N°			
SI <input type="checkbox"/>		NO <input type="checkbox"/>		PARIONA CRISPIN, JESSICA EMILIA		C.M.P. 59691	
EXÁMENES COMPLEMENTARIOS		EVALUACIÓN PSICOLÓGICA:		NO APLICA			
Observaciones							
R03.0	LECTURA ELEVADA DE LA PRESIÓN SANGUÍNEA, SIN DIAGNÓSTICO DE HIPERTENSIÓN	Prehipertensión: Se recomienda cambios en estilo de vida (menos consumo de sal y más ejercicios)					
Z01.0	EXAMEN DE OJOS Y DE LA VISIÓN	Agudeza visual conservada. test de ishihara sin alteraciones.					
Z01.1	EXAMEN DE OÍDOS Y DE LA AUDICIÓN	NORMOACUSIA, CAE: Permeable, Pabellón Auricular: Sin Alteraciones Usuario con resultados congruentes, umbrales auditivos dentro del rango normal bilateral; adecuada discriminación de la palabra a intensidad de voz normal bilateralmente.					
Z01.6	EXAMEN RADIOLOGICO, NO CLASIFICADO EN OTRA PARTE	Placa normal. Campos pulmonares sin alteración, silueta cardiaca con dimensiones normales					
Z10.0	EXAMEN DE SALUD OCUPACIONAL	Paciente Lucido orientado en tiempo espacio y persona. No se evidencian signos de irritación meníngea. Equilibrio y Coordinación Motora conservada No presencia de masas ni adenopatías					
						 Firma del examinado	
						 Huella d'igual índice derecho Declaro que toda la información es verdadera	

ANEXO No. 7- C
FICHA MÉDICA OCUPACIONAL

EXAMEN MÉDICO

EMPRESA : CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A
 EMPRESA ESPECIALIZADA : MOTA-ENGIL PERU S.A.
 APELLIDOS Y NOMBRES : HUAMAN ALANYA, SILVANO

PREOCUPACIONAL
 ANUAL
 RETIRO
 REUBICACIÓN

Nº DE LA FICHA: 23257774

FECHA DE EXAMEN 19/06/2013 **MINERALES EXPLOTADOS O PROCESADOS**

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: 06/02/1974 **DOMICILIO HABITUAL:** JR UNION 734
 HUANCAMELICA/HUANCAMELICA (ACORIA) JUNIN/HUANCAYO/SICAYA

EDAD: 39 Años **SEXO:** M F
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 23257774 **ESTADO CIVIL:** Soltero Conviviente
 Casado Viudo Divorciado

TELEFONO: 964467894 / 985999929 **GRADO DE INSTRUCCIÓN:** Analfabeto Sec. Incomp.
 Prim. Incompleto Sec. Comp.
 Prim. Completo Técnico Universitario

ALTIMETRIA: SUPERFICIE CONCENTRADORA SUBSUELO
ALTURA DE LABOR: Debajo 2500 m 3501 a 4000 m
 2501 a 3000 m 4001 a 4500 m
 3001 a 3500 m Mas de 4501 m

Ruido **Cancerígenos** **Temperaturas** **Cargas**
Polya **Mutagenicos** **Biológicos** **Mov. Repet.** **Describir segun corresponda:**
Vib segmentaria **Solventes** **Posturas** **PVD** Puesto al que postula: PERFORISTA
Vib total **Metales pesados** **Tuñes** **Otros** Puesto actual: PERFORISTA
 Reubicación: Si No **Tiempo:**

ANTECEDENTES OCUPACIONALES (VER HISTORIA OCUPACIONAL)
ANTECEDENTES PERSONALES (Enfermedad y accidentes en el trabajo y fuera del mismo)
 FRACTURA DE PELVIS DERECHA, POR ACCIDENTE DE TRANSITO OCUPANTE

ANTECEDENTES FAMILIARES
 NO REFIERE

INMUNIZACIONES: TETANO HEPATITIS - B FIEBRE AMARILLA
NUMERO DE HIJOS: VIVOS 0 MUERTOS 0

HABITOS: Tabaco Alcohol Coca
TALLA: 1.65 mts **PESEO:** 78.30 Kg **FUNCION RESPIRATORIA:** FVC 104 **TEMPERATURA:** 36.50 °C
 Poco Habitual Excesivo
FEV1: 112 **FEV1/FVC:** 106 **Cintura:** 83 cm
FEF 25-75%: 129 **Conclusion:** ESPIROMETRIA NORMAL **ICC:** 0.95 cm

CABEZA: NORMAL
CUELLO: NORMAL

NARIZ: NORMAL

BOCA, AMIGDALAS, FARINGE LARINGE: NORMAL

Piezas que faltan: 0
 Piezas en mal estado: 0

OJOS: Sin corregir **Corregido** **ENFERMEDADES OCULARES:** AUSENTE
 VISION DE CERCA: OD 0.50 CI 0.50 OD No usa OI No usa REFLEJOS PUPILARES: CONSERVADO
 VISION DE LEJOS: OD 20/20 CI 20/20 OD No usa OI No usa
 VISION DE COLORES: Normal Normal No usa No usa

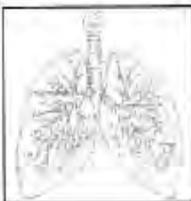
OIDOS: **Autodirigido** 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000 **Autodirigido** 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000
 Hz: 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000 Hz: 500 1000 2000 3000 4000 6000 8000
 dB (A): 5 5 5 10 10 10 15 dB (A): 10 5 5 10 15 20 15

OTOSCOPIA: OD: NORMAL
 OI: NORMAL

Presión Arterial Sistémica:
 F. Respiratoria: 16 mm
 F. Cardíaca: 60 mm
 Sístólica: 90 mmHg
 Diastólica: 60 mmHg

PULMONES: Normal Anormal Descripción:

MIEMBROS SUPERIORES: NORMAL

COLUMNA VERTEBRAL		NORMAL		TACTO RECTAL	
ABDOMEN		NO SE HIZO	<input checked="" type="checkbox"/>	NORMAL	<input type="checkbox"/>
NORMAL		NORMAL	<input type="checkbox"/>	DEGC DBS	<input type="checkbox"/>
ANILLOS INGUINALES		HERNIAS		VÁRICES	
NORMAL		AUSENTE		AUSENTE	
ÓRGANOS GENITALES		GANGLIOS		NORMAL	
NORMAL					
LENGUAJE ATENCIÓN, MEMORIA, ORIENTACIÓN, INTELIGENCIA, AFECTIVIDAD					
CONSERVADO					
		Vérticos : Sin Alteraciones			
		Campos pulmonares : Paracantia Pulmonar Conservado			
		Hilos Conservado		Mediastinos Normal	
		Senos : Libres, no efusión pleural			
		Conclusiones radiográficas : Pímones Radiográficamente Normal		Siuela cardiovascular : Dimensiones Normales	
Nº Rx: 23257774 Fecha: 19/06/2013 Calidad: 2 Símbolo: D/D					
0/0	1/0	1/1 1/2	2/1, 2/2, 3/3	3/2, 3/3, 3/4	A B C Si
CERO	1/0	UNO	DOS	TRES	CUATRO
<input checked="" type="checkbox"/>					REACCIONES SEROLÓGICAS A LUES
					POSITIVO <input type="checkbox"/>
					NEGATIVO <input checked="" type="checkbox"/>
Sin Neumoconiosis	Imagen radiográfica de Exposición a Polvo		Con Neumoconiosis		Ciños Examinar
NORMAL	SOSPECHA				
GRUPO SANGUINEO		FACTOR RH		HEMOGLOBINA: 18,5 gr/dl	HEMATOCRITO: 50,00 %
O	<input checked="" type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>
AB	<input type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>
ORINA NO PATOLOGICO					
APTOS PARA TRABAJAR		Nombres y Apellidos del Médico		Colegiatura Nº	
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	ROMERO CUELLAR, SILVIA CAROLA		C.M.P. 57014	
NO	<input type="checkbox"/>			 Víctor M. Conchurayo Poma MÉDICO CIRUJANO C.M.P. 58880	
EXAMENES COMPLEMENTARIOS : EVALUACION PSICOLÓGICA: NO APLICA					
Observaciones					
E67	OTROS TIPOS DE HIPERALIMENTACIÓN	Sobrepeso Se recomienda dieta hipocalórica y cambios de estilo de vida.			
Z01.0	EXAMEN DE OJOS Y DE LA VISIÓN	Emélope. test de Ishihara sin alteraciones. Se recomienda control oftalmológico anual.			
Z01.1	EXAMEN DE OÍDOS Y DE LA AUDICIÓN	NORMOACUSIA CAE permeable. Usuario con resultados congruentes: umbrales auditivos dentro del rango normal, adecuada discriminación de la palabra a intensidad de voz normal bilateralmente. Se recomienda uso de protección auditiva estricta a exposición de ruido mayor a 80db.			
Z01.3	EXAMEN DE LA PRESIÓN SANGUINEA	Presión Normal			
Z10.0	EXAMEN DE SALUD OCUPACIONAL	Paciente lúcido, orientado en tiempo espacio y persona. Equilibrio y Coordinación motora conservada. No se evidencian signos de irritación meníngea.			
					 Firma del examinado
					 Huella d'glaí índice derecho
Dado que toda la información es verdadera					

ANEXO No. 7- C
FICHA MÉDICA OCUPACIONAL

EXAMEN MÉDICO

EMPRESA : CIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
 EMPRESA ESPECIALIZADA : MOTA-ENGIL PERU S.A.
 APELLIDOS Y NOMBRES : OBLITAS BUSTAMANTE, RODOLFO BARTOLOME

PREOCCUPACIONAL
 ANUAL
 RETIRO
 REUBICACIÓN

Nº DE LA FICHA : 09896688

FECHA DE EXAMEN : 26/07/2013

MINERALES EXPLOTADOS O PROCESADOS :

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:

27/02/1974

DOMICILIO HABITUAL

AAHH NUEVA JERUSALEN 2 MZ
 F LOTE 19 C
 LIMA/LIMA/SAN JUAN DE LURIGANCHO

SUPERFICIE
 CONCENTRADORA
 SUBSUELO

ALTURA DE LABOR

Debajo 2500 m 3501 a 4000 m
 2501 a 3000 m 4001 a 4500 m
 3001 a 3500 m Más de 4501 m

CAJAMARCA/CELENDIN/CELENDIN

EDAD

39 Años

SEXO

M

F

DOCUMENTO DE IDENTIDAD

09896688

ESTADO CIVIL

Soltero Conviviente

Cesaco Viudo

Divorciado

GRADO DE INSTRUCCIÓN

Analfabeto Sec. Incomp.

Prim. Incompleto Sec. Comp.

Prim. Completo Técnico

Universitario

TELÉFONO: 993192079

Ruido Carcinógenos Temperaturas Cargas
 Polvo Mutagénicos Biológicos Mov. Repet
 Vib segmentaria Solventes Posturas PVD
 Vib total Metales pesados Turnos Otros

Describir según corresponda:

Puesto al que postula OPERADOR DE VOLQUETE

Puesto actual OPERADOR DE VOLQUETE

Reubicación: Si No Tiempo:

ANTECEDENTES OCUPACIONALES (VER HISTORIA OCUPACIONAL)

ANTECEDENTES PERSONALES (Enfermedad y accidentes en el trabajo y fuera del mismo)

CIRUGIA DE HERNIA DISCAL 2005

ANTECEDENTES FAMILIARES

NO REFIERE

IMUNIZACIONES

TETANO
 HEPATITIS - B
 FIEBRE AMARILLA

VIVOS

4

NUMERO DE HIJOS

MUERTOS

0

HABITOS: Tabaco Alcohol Coca
 Nsca Poca Habitual Excesivo

TALLA

1.68 mts

PESO

71.70 kg

FUNCIÓN RESPIRATORIA

FVC 108

FEV1 119

FEV1/FVC 111

FEF 25-75% 187

Conclusion: ESPIROMETRIA NORMAL

TEMPERATURA

36.60 °C

Cintura 89 cm

Cadera 97 cm

ICC 0.91 cm

CABEZA NORMAL

GUELLO NORMAL

NARIZ NORMAL

BOCA, AMÍGDALAS, FARINGE, LARINGE NORMAL

Piezas que faltan: 0

Piezas en mal estado: 0

OJOS	Sin corregir		Corregida		ENFERMEDADES OCULARES
	OD	OI	OD	OI	
VISION DE CERCA	0.50	0.50	No usa	No usa	AUSENTE REFLEJOS PUPILARES CONSERVADO
VISION DE LEJOS	20/20	20/20	No usa	No usa	
VISION DE COLORES	Normal	Normal	No usa	No usa	

OIDOS

Audición derecha 500 1000 2000 3000 4000 6000

Hz	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
	10	15	10	15	25	40	45

dB (A)

Audición izquierda 500 1000 2000 3000 4000 6000

Hz	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
	10	10	15	15	30	35	45

dB (A)

OTOSCOPIA OD : NORMAL
 OI : NORMAL

F. Respiratoria 20 min
 F. Cardíaca 67 min
 Sat. O2 93 %

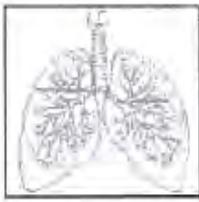
Presión Arterial Sistémica

Sistólica 120 mmHg

Diastólica 70 mmHg

PULMONES Normal Anormal Descripción

MIEMBROS SUPERIORES NORMAL

COLUMNA VERTEBRAL		NORMAL					
ABDOMEN		TÁCTO RECTAL					
NORMAL		NO SE HIZO <input checked="" type="checkbox"/>	NORMAL <input type="checkbox"/>				
		NORMAL <input type="checkbox"/>	DESC OBS <input type="checkbox"/>				
ANILLOS INGUINALES		HERNIAS	VARICES				
NORMAL		AUSENTE	AUSENTE				
ÓRGANOS GENITALES		GÁNGLIOS					
NORMAL		NORMAL					
LENGUAJE, ATENCIÓN, MEMORIA, ORIENTACIÓN, INTELIGENCIA, AFECTIVIDAD							
CONSERVADO							
		Vértices : Sin Alteraciones Campos pulmonares : Parénquima Pulmonar Conservado Hilos : Conservado Senos : Libres, no efusión pleural Mediastinos : Normal Conclusiones radiograficas : Pulmones Radiográficamente Normal Silueta cardiovascular : Dimensiones Normales					
N° Rx 09896688 Fecha 26/07/2013 Calidad 2 Símbolos D/D							
W0	1/0	1/1, 1/2	2/1, 2/2, 3/3	3/2, 3/3, 3/4	A, B, C	SI	REACCIONES SEROLOGICAS A LUES
CERO	1/0	UNO	DOS	TRES	CUATRO		POSITIVO <input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>							NEGATIVO <input checked="" type="checkbox"/>
Sin Neumocoiosis	Imagen radiografica de Exposición a Polvo	Con Neumocoiosis		Otros Exámenes:			
NORMAL	SOSPECHA						
GRUPO SANGUINEO		FACTOR RH		HEMOGLOBINA: 16.2 gr/dl		HEMATOCRITO: 49.00 %	
O	<input checked="" type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	B	<input type="checkbox"/>	AB	<input type="checkbox"/>
		+	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>		
ORINA		NO PATOLOGICO					
APTOS PARA TRABAJAR		Nombres y Apellidos del Médico		Colegiatura N°			
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	PARIONA CRISPIN, JESSICA EMILIA		C.M.P. 59691			
NO	<input type="checkbox"/>						
EXAMENES COMPLEMENTARIOS		EVALUACION PSICOLOGICA:		NO APLICA			
Observaciones							
H90.3	HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL, BILATERAL	De tipo leve; usuario con resultados congruentes; umbrales bilateralmente disminuidos. Con adecuada discriminación de la palabra a intensidad de voz normal en ambos oídos. APTO CON RESTRICCIÓN solo para labores de superficie, administrativas o trabajo temporal.					
R03.0	LECTURA ELEVADA DE LA PRESIÓN SANGUÍNEA. SIN DIAGNÓSTICO DE HIPERTENSIÓN	Prehipertensión; Se recomienda cambios en estilo de vida (menos consumo de sal y más ejercicios)					
Z01.0	EXAMEN DE OJOS Y DE LA VISIÓN	Agudeza visual conservada, test de ishikawa sin alteraciones					
Z01.6	EXAMEN RADIOLÓGICO, NO CLASIFICADO EN OTRA PARTE	Placa normal. Campos pulmonares sin alteración, silueta cardiaca con dimensiones normales.					
Z10.0	EXAMEN DE SALUD OCUPACIONAL	Paciente Lucido orientado en tiempo espacio y persona. No se evidencian signos de irritación meníngea. Equilibrio y Coordinación Motora conservada. No presencia de masas ni adenopatías.					
				 Firma del examinado			
				 Huella digital índice derecho Declaro que toda la información es verdadera			