



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

MAESTRÍA EN DISEÑO MECÁNICO SEGUNDA COHORTE

Tema: “ESTUDIO DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS EN EL PERSONAL DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA DEL EPM-GIDSA Y SU INCIDENCIA EN LAS CONDICIONES LABORALES”.

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de Magister
en Diseño Mecánico

Autora: Ing. María Belén Paredes Robalino

Director: Ing. Manolo Alexander Córdova Suarez, Mg.

Ambato – Ecuador

2016

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por: Ing. Segundo Francisco Pazmiño Gavilanes, Mg. e integrado por los señores: Ing. Pablo Raúl Valle Velasco, Mg., Ing. Segundo Manuel Espín Lagos, Mg., y la Dra. Tamara de los Ángeles Liger Manzano, Mg., designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “Estudio de las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA y su incidencia en las condiciones laborales”, elaborado y presentado por la señora Ing. María Belén Paredes Robalino, para optar por el Grado Académico de Magister en Diseño Mecánico; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Segundo Francisco Pazmiño Gavilanes, Mg.
Presidente y Miembro del Tribunal

Ing. Pablo Raúl Valle Velasco, Mg.
Miembro del Tribunal

Ing. Segundo Manuel Espín Lagos, Mg.
Miembro del Tribunal

Dra. Tamara de los Ángeles Liger Manzano, Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “Estudio de las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA y su incidencia en las condiciones laborales”, le corresponden exclusivamente a la: Ing. María Belén Paredes Robalino, Autora bajo la Dirección del Ing. Manolo Alexander Córdova Suarez, Mg., Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. María Belén Paredes Robalino.

c.c.: 180374539-5

AUTORA

Ing. Manolo Alexander Córdova Suarez, Mg.

c.c.: 180284250-8

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. María Belén Paredes Robalino.

C.C. 180374539-5

ÍNDICE GENERAL

Portada.....	i
A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	ii
Autoría del trabajo de investigación	iii
Derechos de autor.....	iv
Índice general	v
Agradecimiento	xv
Dedicatoria	xvi
Resumen ejecutivo	xvii
Executive summary.....	xviii
Introducción	1
1. CAPÍTULO I.....	2
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Tema.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Contextualización.....	2
1.2.2 Análisis crítico	3
1.2.3 Prognosis.....	3
1.2.4 Formulación del problema	4
1.2.6 Delimitación del objeto de investigación.....	4
1.3 Justificación.....	5

1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
2. CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes investigativos	7
2.2 Fundamentación filosófica	8
2.3 Fundamentación legal	9
2.4 Categorías fundamentales	9
2.4.1 Riesgos laborales.....	10
2.4.2 Riesgo físico.....	11
2.4.3 Vibraciones mecánicas.....	12
2.4.4 Seguridad Industrial	20
2.4.5 Seguridad en equipos	20
2.4.6 Condiciones de trabajo.....	21
2.5 Hipótesis.....	24
2.6 Señalamiento de variables.....	24
2.6.1 Variable independiente	24
2.6.2 Variable dependiente.....	24
3. CAPÍTULO III	25
METODOLOGÍA	25

3.1 Enfoque	25
3.2 Modalidad básica de la investigación	25
3.3 Nivel o tipo de investigación.....	26
3.4 Población y muestra	27
3.5 Operacionalización de variables	28
3.6 Recolección de información.....	31
4. CAPÍTULO IV.....	32
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	32
4.1 Análisis e interpretación.....	32
4.1.1 Puestos de trabajo expuestos a vibraciones mecánicas en maquinaria pesada del EPM - GIDSA	32
4.1.2 Tiempo de exposición a vibraciones mecánicas en el personal de maquinaria pesada del EPM - GIDSA	34
4.1.3 Evaluación de vibraciones mecánicas sistema mano – brazo y cuerpo entero al personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA	35
4.1.4 Análisis e interpretación de exposición a vibraciones mecánicas por cargo a ejercer dentro de la operación de maquinaria pesada en la EPM - GIDSA	53
4.1.5 Interpretación de los resultados de la encuesta de autovaloración de las condiciones de laborales de los trabajadores que operan maquinaria pesada con exposición a vibraciones mecánicas del EPM - GIDSA	55
4.2 Comprobación de la hipótesis	65
5. CAPÍTULO V	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
5.1 Conclusiones	70

5.2 Recomendaciones.....	72
6. CAPÍTULO VI.....	73
PROPUESTA.....	73
6.1 Datos informativos	73
6.1.1 Título	73
6.1.2 Institución ejecutora.....	73
6.1.3 Beneficiarios	73
6.1.4 Tiempo estimado para la ejecución.....	74
6.1.5 Equipo técnico responsable.....	74
6.2 Antecedentes de la propuesta	74
6.3 Justificación.....	75
6.4 Objetivos	76
6.5 Análisis de factibilidad.....	76
6.5.1 Análisis de costos.....	77
6.6 Fundamentación teórica	78
6.6.1 Taxonomía de la conservación industrial.....	78
6.6.2 Parámetros de un plan de mantenimiento preventivo	81
6.7 Metodología	82
6.8 Desarrollo de la propuesta.....	84
6.8.1 Introducción	85
6.8.2 Inventario jerarquizado de conservación	88

6.8.3 Características y funcionamiento de la maquinaria pesada y herramientas que generan vibraciones mecánicas.....	96
6.8.4 Mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada y herramientas que generan vibraciones mecánicas en la EPM - GIDSA.....	118
6.8.5 Procedimiento de uso de Equipos de Protección Personal para el personal que opera maquinaria pesada que genera vibraciones mecánicas en la EPM - GIDSA	152
6.8.6 Procedimiento de capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo para vibraciones mecánicas en maquinaria pesada y herramientas de la EPM - GIDSA	158
6.9 Administración.....	163
6.9.1 Recursos	163
6.10 Conclusiones y recomendaciones de la propuesta	163
6.10.1 Conclusiones	163
6.10.2 Recomendaciones.....	164
6.11 Previsión de la evaluación.....	165
7. Bibliografía	167
8. Anexos	170

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Rangos de las frecuencias de las vibraciones mecánicas en Higiene Ocupacional.....	13
Tabla 2-2 Valor límite de exposición a vibraciones mecánicas sistema mano - brazo.....	16
Tabla 2-3 Valor límite de exposición a vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero.....	19
Tabla 3-1 Población para el proyecto de investigación de vibraciones mecánicas en maquinaria pesada.....	27
Tabla 3-2 Variable independiente*: Las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA.....	29
Tabla 3-3 Variable dependiente*: Condiciones laborales.....	30
Tabla 4-1 Puestos de trabajo expuestos a vibraciones mecánicas en EPM - GIDSA.....	33
Tabla 4-2 Tiempo de exposición a vibraciones mecánicas.....	34
Tabla 4-3 Mediciones de vibraciones mecánicas sistema mano - brazo.....	36
Tabla 4-4 Magnitud y frecuencia de vibraciones mecánicas sistema mano – brazo.....	39
Tabla 4-5 Dirección de vibraciones mecánicas y cálculo de exposición transmitidas al sistema mano - brazo.....	41
Tabla 4-6 Dosis de vibraciones mecánicas transmitidas al sistema mano - brazo.....	43
Tabla 4-7 Mediciones de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero.....	45
Tabla 4-8 Magnitud y frecuencia de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero.....	48
Tabla 4-9 Dirección de vibraciones mecánicas y cálculo de exposición transmitidas al cuerpo entero.....	50

Tabla 4-10 Dosis de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero.....	52
Tabla 4-11 Frecuencia observada del estudio de vibraciones mecánicas y su incidencia en las condiciones laborales.....	65
Tabla 4-12 Frecuencia esperada del estudio de vibraciones mecánicas y su incidencia en las condiciones laborales.....	66
Tabla 4-13 Chi – cuadrado calculado del estudio de vibraciones mecánicas y su incidencia en las condiciones laborales.....	67
Tabla 4-14 Valores críticos de la distribución de X^2	68
Tabla 6-1 Costos directos (inversión de equipos).....	77
Tabla 6-2 Costos indirectos.....	78
Tabla 6-3 Particularidades del mantenimiento preventivo.....	80
Tabla 6-4 Criterios para la elaboración del código de la máquina.....	89
Tabla 6-5 Criterios para la elaboración del código de trabajo.....	90
Tabla 6-6 Inventario de conservación con código de la máquina.....	91
Tabla 6-7 Clasificación por nivel de prioridad de maquinaria pesada para su conservación.....	92
Tabla 6-8 Inventario de conservación con código de trabajo.....	94
Tabla 6-9 Cálculo del Índice ICGM.....	95
Tabla 6-10 Características de la Pistola neumática DSS 3/4" H.....	116
Tabla 6-11 Matriz AMFE para maquinaria pesada (Carga frontal) de la EPM – GIDSA, que genera vibraciones mecánicas.....	121
Tabla 6-12 Matriz AMFE para maquinaria pesada tractor oruga de la EPM – GIDSA, que genera vibraciones mecánicas.....	123
Tabla 6-13 Registro de estudio de tiempos de operación, parada, espera y reparación de la maquinaria pesada Cargadora JHON DEERE 624J que genera vibraciones mecánicas al personal que opera dicha maquinaria.....	125

Tabla 6-14 Registro de estudio de tiempos de operación, parada, espera y reparación de la maquinaria pesada Cargadora CASE 721 C.....	126
Tabla 6-15 Registro de estudio de tiempos de operación, parada, espera y reparación de la maquinaria pesada Tractor de oruga JHON DEERE 750J que genera vibraciones mecánicas al personal que opera dicha maquinaria	127
Tabla 6-16 Registro de la tasa de fallas, fiabilidad y disponibilidad de la CARGADORA JHON DEERE 624J.....	129
Tabla 6-17 Registro de la tasa de fallas, fiabilidad y disponibilidad de la CARGADORA CASE 721 C	131
Tabla 6-18 Registro de la tasa de fallas, fiabilidad y disponibilidad del tractor oruga JHON DEERE 750J	132
Tabla 6-19 Temas de capacitación en SST a los trabajadores con exposición a vibraciones mecánicas (NTP 963).....	159
Tabla 6-20 Instituciones interesadas del proyecto de investigación	163
Tabla 6-21 Recursos humanos empleados para la ejecución del proyecto	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Categorías fundamentales.....	10
Figura 2-2 Ejes de referencia para vibraciones transmitidas en el sistema mano - brazo.....	14
Figura 2-3 Ejes basicéntricos del cuerpo humano	17
Figura 2-4 Valor de exposición A(8), a vibraciones mecánicas: sistema mano – brazo y cuerpo entero	19
Figura 2-5 Diagrama resumen del RD 1311/2005	23
Figura 4-1 Cargo con mayor presencia de vibraciones mecánicas en el sistema mano - brazo.....	53
Figura 4-2 Cargo con mayor presencia de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero	54
Figura 4-3 Resultados de los literales a y b de la pregunta de Máquinas y herramientas	56
Figura 4-4 Resultados de los literales a, b, c, d de la pregunta de herramientas	57
Figura 4-5 Resultados de los literales a, b, c de la pregunta de Manipulación y transporte.....	58
Figura 4-6 Resultados de los literales a, b, c de la pregunta de Vibraciones	59
Figura 4-7 Resultados del literal a de la pregunta de la Jornada laboral.....	60
Figura 4-8 Resultados del literal a de la pregunta de los equipos de protección personal	61
Figura 4-9 Resultados de los literales b, c, d, e, f de la pregunta de equipos de protección personal.....	63
Figura 4-10 Resultados de los literales a, b, c de la pregunta de Síntomas causados o atribuibles al propio trabajo	64

Figura 6-1 Metodología para el plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada que genera vibraciones mecánicas en la EPM- GIDSA	83
Figura 6-2 Histograma de Pareto de la maquinaria pesada de la EPM - GIDSA	93
Figura 6-3 Cargadora JHON DEERE 624J con acoplamiento	96
Figura 6-4 Cargadora CASE 721C con acoplamiento	101
Figura 6-5 Tractor de oruga JHON DEERE 750J.....	106
Figura 6-6 partes de una Amoladora Bosch GWS 11-125.....	110
Figura 6-7 Soldadora Miller CST 280	112
Figura 6-8 especificaciones de la soldadora Miller CST 280	113
Figura 6-9 Funcionamiento de la soldadora Miller CST 280	114
Figura 6-10 Pistola neumática DSS 3/4" H.....	115
Figura 6-11 Componentes de la curva de la bañera	128
Figura 6-12 Curva de la bañera maquinaria pesada de carga frontal CARGADORA JHON DEERE 624J.....	130
Figura 6-13 Curva de la bañera maquinaria pesada de carga frontal CARGADORA CASE 721 C	130
Figura 6-14 Curva de la bañera maquinaria pesada del tractor oruga JHON DEERE 750J	133

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la vida y por ser la luz de la misma, a mis padres, quienes con su esfuerzo, ejemplo y ayuda han sido parte fundamental en mi vida, a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, a la Dirección de Posgrado, a sus profesores y personal quienes me abrieron las puertas para alcanzar mis logros, a la EPM-GIDSA por permitirme realizar la investigación y apoyarme en la misma, al Ing. Manolo Córdova por su acertada dirección, así como a la Ing. Liliana Villena por su colaboración.

María Belén

DEDICATORIA

A Dios por haberme llenado de fuerzas, esperanza, confianza y optimismo para saber afrontar las cosas de la vida.

A mis padres Amado y Eva, por ser parte fundamental de mi vida, por saber guiarme y por siempre estar ahí en las buenas y en las malas, a mi esposo Juan y mi hijo Sebastián por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

María Belén

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
MAESTRÍA EN DISEÑO MECÁNICO SEGUNDA COHORTE

TEMA:

“Estudio de las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA y su incidencia en las condiciones laborales”

AUTOR: Ing. María Belén Paredes Robalino.

DIRECTOR: Ing. Manolo Alexander Córdova Suarez, Mg.

FECHA: 24/06/2016

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se plantea como objetivo general estudiar las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM - GIDSA y su incidencia en las condiciones laborales, para la cual gracias al método de investigación hipotético – deductivo se encontró resultados que afirman que los operadores de maquinaria pesada reciben una dosis de exposición a vibraciones mecánicas en el eje ortogonal mano – brazo de 1,10 para mano derecha e izquierda y cuerpo entero de 1,18 lo que indica que son dosis no permitidas y que está incidiendo en las condiciones labores del trabajador. Con los resultados encontrados se plantea como alternativa de solución elaborar un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada con el afán de erradicar de cierta forma la dosis de vibraciones mecánicas en la fuente y en el receptor por medio de capacitación y el uso correcto de equipos de protección personal.

Descriptor: Vibraciones mecánicas, eje ortogonal mano – brazo, cuerpo entero.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
MAESTRÍA EN DISEÑO MECÁNICO SEGUNDA COHORTE

THEME:

“Study of mechanical vibrations in the personnel operating heavy machinery EPM-GIDSA and its impact on working conditions”

AUTHOR: Ing. María Belén Paredes Robalino.

DIRECTED BY: Ing. Manolo Alexander Córdova Suarez, Mg.

DATE: 24/06/2016

EXECUTIVE SUMMARY

The present research work aims the study of mechanical vibrations caused by heavy machinery on the staff who operates it at the EPM - GIDSA and its incidence on their working conditions. Thanks to the hypothetic - deductive method, it was proved that the operators of heavy machinery are exposed to high dose of mechanical vibrations affecting directly the orthogonal axis hand – arm, which is of 1,10 to their right and left hands, and a dose of 1.18 to their whole body. The study indicates that the exposition to high levels of vibration affects their working conditions. With the found results, it is necessary to develop a plan of maintenance of heavy machinery to prevent more damages on the operating staff, eliminating mechanical vibrations through the correct use of protective equipment.

Keywords: Mechanical vibrations, orthogonal axis hand - arm, whole body.

INTRODUCCIÓN

Por la creciente utilización de maquinaria pesada en el manejo de desechos sólidos de las ciudades se ve en la necesidad de estudiar el riesgo físico que implica las vibraciones mecánicas transmitidas por la operación de dicha maquinaria con el afán de identificar los diferentes puestos de trabajo con presencia de este riesgo.

La seguridad y salud de los trabajadores es lo principal en cualquier actividad a ejecutar por lo que este proyecto de investigación se orienta a salvaguardar su integridad física y mental del trabajador de tal forma que se mejore sus condiciones laborales y se incremente la producción de la empresa.

Por medio de un estudio de vibraciones mecánicas se encontrará la dosis de exposición a los cuales se exponen los trabajadores de maquinaria pesada en sus ejes ortogonales mano – brazo y cuerpo entero obteniendo parámetros que ayuden a plantear medidas de control y prevención a este riesgo.

El objetivo general de este trabajo de investigación es estudiar las vibraciones mecánicas en el personal de maquinaria pesada y mejorar las condiciones laborales para estudiar estas dos variables es necesario obtener información de varios métodos de investigación para así identificar de qué manera se puede mitigar este riesgo atribuyendo a los medios de actuación que se refiere en el campo de seguridad industrial que son la fuente, medio y receptor.

Por medio de la aplicación de Notas Técnicas de Prevención y normas internacionales se realizará este estudio para que los resultados obtenidos sean confiables y faciliten su interpretación así como proporcionen una solución adecuada al riesgo.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

“Estudio de las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA y su incidencia en las condiciones laborales”.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

A nivel mundial el manejo de maquinaria pesada constituye un riesgo ergonómico uno de los más comunes las vibraciones mecánicas, el cual es un factor determinante que genera afectación directamente en las condiciones laborales de los trabajadores dedicados a la operación de dicha maquinaria. Al operar maquinaria pesada esta genera vibración lo que indica un alto riesgo de accidentabilidad, es decir diariamente los trabajadores están expuestos a peligros constantes y además a enfermedades profesionales.

En el Ecuador el estudio de las vibraciones mecánicas en el personal de maquinaria pesada en un tiempo atrás fue un área desconocida y más aún cuando se trata de analizar las actividades u operaciones que realizan los empleados en el sector de recolección y tratamiento de basura, pese a que la Legislación Ecuatoriana exige identificar, evaluar y controlar dichos riesgos; dando origen a un alto índice de accidentes y enfermedades profesionales reportadas según el

IESS, teniendo como causa fundamental los factores de riesgo físico y ergonómico.

En este sentido se entiende que una deficiente aplicación de las condiciones de trabajo constituye un fenómeno que además de erosionar en daños físicos y mentales, deteriora la estructura social y económica del país.

En la ciudad de Ambato la EPM - GIDSA (Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato), no es la excepción por lo que el presente trabajo pretende identificar, evaluar y controlar las vibraciones mecánicas, para lograr una mejor condición laboral.

1.2.2 Análisis crítico

La preocupación por la Seguridad Industrial y Salud Ocupacional es una de las características más importante de nuestra civilización y del ambiente empresarial.

La productividad en el campo empresarial, está vinculada directamente con la salud mental y física de la población laboral. La operación de una maquinaria pesada que genera altas vibraciones provoca lesiones y problemas al trabajador, provocando ausentismo y paros en el proceso de compactación de los desechos sólidos generados por la población de la ciudad de Ambato así generando costos por la atención médica en lo referente a la salud del trabajador, por no contar con un plan mantenimiento que disminuya el riesgo físico que genera las vibraciones mecánicas de la maquinaria pesada al trabajador.

1.2.3 Prognosis

Al no realizar este estudio, los operadores de maquinaria pesada del EPM - GIDSA, están con riesgo de sufrir enfermedades profesionales por desconocimiento de procedimientos de trabajo seguro por la exposición a vibraciones no apropiadas, causando problemas que tendrían incidencia directa en los actos y condiciones de trabajo de los mismos, al igual que la empresa pública

se verá inmersa en un sin número de sanciones patronales ocasionando pérdidas del recurso económico asignado para sus actividades.

1.2.4 Formulación del problema

¿Cómo las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA inciden en las condiciones laborales?

1.2.5 Interrogantes

¿Cómo identificar los puestos de trabajo expuestos a vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA?

¿Cómo evaluar las vibraciones mecánicas en el sistema mano – brazo y cuerpo entero al personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA?

¿Cuáles son los parámetros necesarios para mejorar las condiciones laborales del personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA expuestos a vibraciones mecánicas?

1.2.6 Delimitación del objeto de investigación

1.2.6.1 Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación se ejecuta desde el mes de Marzo hasta el mes de Junio del 2016.

1.2.6.2 Delimitación espacial

El presente estudio se realiza en el EPM - GIDSA (Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato) ubicada en la provincia de Tungurahua cantón Ambato sector Izamba.

1.2.6.3 Delimitación de contenido

El estudio de las vibraciones mecánicas específicamente en el sistema mano-brazo y cuerpo entero al personal de operación de maquinaria pesada del EPM - GIDSA, que inciden en las condiciones laborales de los trabajadores, está delimitada al área de Seguridad Industrial, esta evaluación determina la aplicación de acciones correctivas.

1.3 Justificación

Este trabajo investigativo contiene un análisis en una área importante y descuidada en seguridad industrial y la prevención en las condiciones laborales de los trabajadores, utilizando procedimientos, equipos de medición y normas técnicas aprobadas a nivel nacional e internacional.

La evaluación y valoración se realiza con una nota técnica de prevención para vibraciones mecánicas sistema mano – brazo y cuerpo entero del cual se podrá tomar medidas correctivas aplicando métodos de prevención, para mejorar las condiciones laborales en los trabajadores.

Por ello, este trabajo se enfoca en desarrollar un programa de mantenimiento, y así facilitar los medios de prevención de riesgos laborales para que la empresa objeto de estudio, pueda asumir un compromiso de mantenimiento de su maquinaria pesada según las condiciones laborales que ejercen los trabajadores así mejorando el estado de su maquinaria pesada y las condiciones laborales de dicha empresa en los puestos de trabajo expuestos a vibraciones mecánicas.

El tema de investigación es factible de realizar ya que se cuenta con los recursos necesarios para desarrollar el tema siempre tratando de aportar el conocimiento adquirido dentro del módulo de Seguridad Industrial para solucionar problemas que afectan a la sociedad en este caso las condiciones laborales del EPM- GIDSA en especial los trabajadores que laboran en maquinaria pesada.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Estudiar las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM - GIDSA y su incidencia en las condiciones laborales.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar los puestos de trabajo expuestos a vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA.
- Evaluar las vibraciones mecánicas en el sistema mano – brazo y cuerpo entero al personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA.
- Determinar los parámetros necesarios para mejorar las condiciones laborales del personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA expuestos a vibraciones mecánicas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

El autor (León, 2006), previo a la obtención del grado académico de Ingeniero Mecánico en la Escuela Politécnica del Ejército desarrolló un tema de investigación bajo el título: “*Análisis de vibraciones mecánicas como base para la ejecución de un plan de mantenimiento predictivo para la maquinaria petrolera (bloque 15) de occidental Exploration & Production Company*”, planteándose como objetivo general: “Estudio, Desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento predictivo basado en el análisis de vibraciones para la maquinaria rotativa del bloque 15 de OCCIDENTAL EXPLORATION & PRODUCTION COMPANY” (p. 20), del cual obtuvo las siguientes conclusiones:

El exceso de vibraciones o los niveles altos de las mismas en la maquinaria rotativa es el indicador de fallas más importante del que la empresa puede servirse para tener una planificación efectiva del mantenimiento.

El análisis de vibraciones implementado en la empresa optimiza la utilización de los recursos del departamento de mantenimiento, primero al comprobar el correcto montaje de piezas nuevas, y segundo al aprovechar al máximo la vida útil de las máquinas. (p. 320).

El autor (Lizano, 2013), en la Universidad Internacional SEK previo a la obtención del título de Magíster en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional desarrollo el tema de investigación con el título: *“Diseño de un programa de prevención para operadores de martillo eléctrico expuestos a vibraciones mano-brazo en industrias de la construcción de la ciudad de Quito”* se planteó como objetivo general: “Establecer un programa de prevención para operadores de martillo - eléctrico a Vibraciones Mano-Brazo, a fin de poder determinar las medidas preventivas y de control pertinentes a mejorar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores” (p. 18), del cual obtuvo las siguientes conclusiones:

Se conoció que los materiales resilientes mal seleccionados pueden amplificar las vibraciones a altas frecuencias (> 250 hz).

Un trabajador no podrá estar expuesto por más de 6 horas con 51 minutos ya que superaría el nivel de acción sobre este tiempo al trabajar sobre hormigón seco.

Un trabajador no podrá estar expuesto por más de 8 horas ya que superaría el nivel de acción sobre este tiempo al trabajar sobre hormigón húmedo. (pp. 68 – 69).

Dentro de la EPM- GIDSA aún no se ha realizado ningún tipo de estudio sobre vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada por lo que es necesario que se elabore un plan de mantenimiento con el fin de mejorar las condiciones laborales de los trabajadores del Empresa Pública GIDSA.

2.2 Fundamentación filosófica

El proyecto de investigación está ubicado dentro del paradigma crítico propositivo ya que por medio de este paradigma se comprende la realidad del problema y se relaciona con las variables independientes y dependientes del problema es decir explicando la relación causa – efecto, para encontrar una alternativa de solución al

problema, además abarca enfoques tanto cuantitativos como cualitativos para encontrar argumentaciones que sirvan para verificar la hipótesis planteada del problema.

2.3 Fundamentación legal

El (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social , 2010), en el Decreto Ejecutivo 2393 dentro de su artículo 55, menciona las medidas de prevención que se debe adoptar para los puestos de trabajo expuestos a vibraciones mecánicas en sus literales:

1. La prevención de riesgos por ruidos y vibraciones se efectuará aplicando la metodología expresada en el apartado 4 del artículo 53.

9. (Reformado por el Art. 35, y agregado inc. 2 por el Art. 30 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Los equipos pesados como tractores, traíllas, excavadoras o análogas que produzcan vibraciones, estarán provistas de asientos con amortiguadores y suficiente apoyo para la espalda. (pp.29- 31).

2.4 Categorías fundamentales

Las categorías fundamentales de las variables del problema a investigar tanto independiente como dependiente contienen fundamentación teórica valiosa para el estudio de las vibraciones mecánicas en el personal de maquinaria pesada del EPM – GIDSA y su incidencia en las condiciones laborales.

En esta sección del estudio de las vibraciones mecánicas se desarrolla teorías científicas que ayudan a analizar y entender los comportamientos del fenómeno a estudiar, como explica en la figura 2-1.

Figura 2-1 Categorías fundamentales

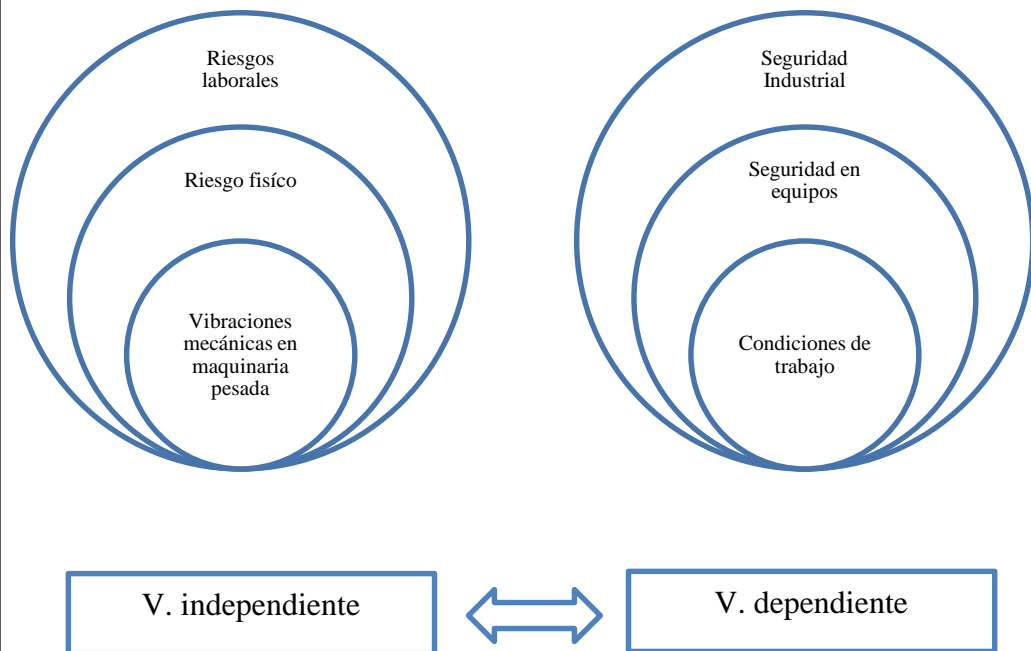


Figura 2-1. Indica las categorías fundamentales en el aspecto teórico del problema a investigar. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

2.4.1 Riesgos laborales

Para (Díaz, 2009), los riesgos laborales son aquellos que “producen accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que suponen un alto coste personal, social y, por supuesto, económico” (p. 1).

Además (Díaz, 2009), explica que en España las estadísticas de los riesgos laborales que se exponen los trabajadores son muy elevadas ocasionando pérdidas humanas y gastos económicos a los empresarios y trabajadores, por lo que están uniendo esfuerzos para reducir los riesgos laborales y las consecuencias que de ellos se derivan.

Por todo lo antes mencionado las vibraciones mecánicas en maquinaria pesada pueden ocasionar accidentes y enfermedades profesionales representando un alto coste a la EPM – GIDSA.

2.4.2 Riesgo físico

Un riesgo físico para (WordPress, 2008), está vinculado en la “probabilidad de sufrir un daño corporal. Existen diversas actividades y tareas que presentan un elevado riesgo físico ya que su desarrollo puede acarrear lesiones de diferente tipo e incluso, en caso de un error o accidente, provocar la muerte”.

Según (Cortés, 2007), afirma dentro de sus publicaciones que el riesgo físico es un “contaminante constituido por los estados energéticos agresivos más significativos que tienen lugar en ambiente laboral: ruido, vibraciones, iluminación, estrés térmico y radiaciones ionizantes y no ionizantes” (p. 421).

Según la (Matriz de riesgos laborales del Ministerio de Trabajo, 2014), define a los riesgos físicos de la siguiente manera:

Ruido: contaminante físico que se transmite por el aire mediante un movimiento ondulatorio.

Vibraciones: cuando se transmite alguna parte del cuerpo el movimiento oscilante de una estructura.

Iluminación: se basa según el trabajo que se vaya a ejecutar, un bajo nivel de iluminación, además de causar daño a la visión, contribuye a aumentar el riesgo de accidente.

Estrés térmico: este riesgo está presente cuando el trabajador entra en contacto con objetos o sustancias calientes o frías.

Radiaciones ionizantes: radiaciones electromagnéticas que al atravesar la materia son capaces de producir ionización de la misma.

Radiaciones no ionizantes: radiaciones electromagnéticas que no producen ionización.

2.4.3 Vibraciones mecánicas

Para (Ideara, 2014), una vibración mecánica “puede describirse como el movimiento de un cuerpo solido alrededor de una posición de equilibrio, sin que se produzca desplazamiento neto del mismo” (p. 9).

Dentro del campo de estudio de Higiene Ocupacional la vibración mecánica para (Ideara, 2014) *es cualquier movimiento o fuerza mecánica oscilante, continua o intermitente, que afecta al hombre en el trabajo a través de estructuras y receptores distintos al oído (p. 9).*

2.4.3.1 Características de las vibraciones

Para (Ideara, 2014), los efectos que producen al cuerpo humano las vibraciones mecánicas dependen de cuatro características tales como: magnitud, frecuencia, tiempo de exposición e impedancia:

2.4.3.1.1 Magnitud

Se mide en función del desplazamiento producido por dicha vibración, al tratarse de un movimiento, es posible determinarla en términos de velocidad o aceleración (La aceleración es máxima cuando pasa por el punto de equilibrio hasta llegar a cero en el extremo). (p. 10).

2.4.3.1.2 Frecuencia

Según (Ideara, 2014) “Es el número de veces por segundo que se realiza el ciclo completo de oscilación y se mide en Hertz (Hz). La frecuencia indica el número de veces que el objeto o equipo vibra por segundo” (p.10).

Según (Pujol Senovilla, 2009), “las vibraciones producidas por las máquinas, prácticamente nunca van a ser vibraciones de una frecuencia determinada sino una mezcla de vibraciones de diversas frecuencias” (p. 2).

Tabla 2-1 Rangos de las frecuencias de las vibraciones mecánicas en Higiene Ocupacional

Frecuencia de vibración (Hz)	Efectos de las vibraciones mecánicas en cuerpo humano
Inferior a 3 (Hz)	Movimiento del cuerpo como unidad.
4 a 12 (Hz)	Caderas, hombros y partes abdominales comiencen a resonar.
20 a 30 (Hz)	El cráneo comenzará a resonar, presencia de agudeza visual.
60 a 90 (Hz)	Los globos oculares muestran una tendencia a resonar.

Nota: La tabla 2-1 manifiesta los rangos de las frecuencias de las vibraciones mecánicas y sus respectivos efectos que provocan al cuerpo del ser humano. Fuente: Ideara, S. L. (2014). *Vibraciones mecánicas factores relacionados con la fuente y medidas de control*. Recuperado el 2016, de http://idearainvestigacion.com/wp-content/uploads/2014/10/GUIA_vibraciones-mecanicas_final_baixa-calidade.pdf

2.4.3.1.3 Dirección

Para (Griffin, 1998), las vibraciones pueden producirse en tres direcciones lineales y tres rotacionales. En el caso de personas sentadas, los ejes lineales se designan como eje x (longitudinal), eje

y (lateral) y eje z (vertical). Las rotaciones alrededor de los ejes x, y y z se designan como x (balanceo), y (cabeceo) y z (deriva), respectivamente. (p. 50.2).

Para (Pujol Senovilla, 2009), a la dirección de incidencia de la vibración interesa fijarla en relación a unos ejes ortogonales ligados al cuerpo humano y no a referencias espaciales como es habitual.

2.4.3.1.3.1 Dirección Sistema mano – brazo

Para (Griffin, 1998), “las vibraciones mecánicas producida por procesos o herramientas a motor y que penetran en el cuerpo por los dedos o la palma de las manos se denominan vibraciones transmitidas a las manos figura 2-2.” (p. 50.8).

Eje z: Dirección del eje longitudinal del tercer hueso metacarpiano. Sentido positivo: hacia la extremidad distal del dedo.

Eje x: Dirección dorso - palma. Sentido positivo: hacia la palma

Eje y: Dirección perpendicular a los otros dos. Sentido positivo: hacia el pulgar

Figura 2-2 Ejes de referencia para vibraciones transmitidas en el sistema mano - brazo

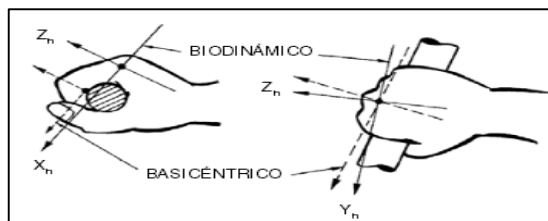


Figura 2-2 indica en el eje X: dorso – palma de la mano; eje Y: línea de los nudillos; eje Z: mano interior brazo. Fuente: Ideara, S. L. (2014). *Vibraciones mecánicas factores relacionados con la fuente y medidas de control*. Recuperado el 2016, de http://idearainvestigacion.com/wp-content/uploads/2014/10/GUIA_vibraciones-mecanicas_final_baixa-calidade.pdf

Para (Arana & Eransus, 2004), “los riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores que se exponen a vibraciones mecánicas en maquinaria pesada son: problemas vasculares, de huesos o articulaciones, nerviosos y musculares” (p. 5).

2.4.3.1.3.2 Evaluación de las vibraciones mecánicas sistema mano - brazo

Según (Arana & Eransus, 2004), expresan que:

La evaluación de la vibración transmitida al sistema mano-brazo se basa en el cálculo del valor de exposición diaria, normalizado para un periodo de referencia de 8 horas, $A(8)$, expresada como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los valores eficaces de aceleración ponderada en frecuencia, determinados según los ejes ortogonales, ecuación 2.1 y 2.2, a_{hwx} , a_{hwy} y a_{hwz} tal como se definen en la norma ISO 5349-1:2001.

$$a_{hv} = \sqrt{(a_{hwx})^2 + (a_{hwy})^2 + (a_{hwz})^2} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Dónde:

a_{hv} = Valor total de la aceleración eficaz de las vibraciones, en (m/s²).

a_{hwx} = Valor eficaz de la aceleración instantánea de las vibraciones transmitidas por la mano en el eje x, en (m/s²).

a_{hwy} = Valor eficaz de la aceleración instantánea de las vibraciones transmitidas por la mano en el eje y, en (m/s²).

a_{hwz} = Valor eficaz de la aceleración instantánea de las vibraciones transmitidas por la mano en el eje z, en (m/s²).

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Dónde:

$A(8)$ = Exposición diaria a las vibraciones mecánicas para (8 horas), en (m/s^2).

a_{hv} = Valor total de la aceleración eficaz de las vibraciones, en (m/s^2).

T = Duración total diaria de la exposición a las vibraciones.

T_0 = Duración de referencia de 8 horas (28800 segundos).

2.4.3.1.3.3 Valor límite de exposición a vibraciones mecánicas sistema mano - brazo

Según el art. 3, literal 1, (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Real Decreto 1311/2005), 2005), el valor límite de exposición a vibraciones mecánicas para el sistema mano – brazo es el que se expresa en la tabla 2-2:

Tabla 2-2 Valor límite de exposición a vibraciones mecánicas sistema mano - brazo

Ejes ortogonales	Valor que da lugar a una acción*	Valor límite*
Sistema mano – brazo	2,5 m/s^2	5 m/s^2

*Nota**: La tabla 2-2 expresa el valor límite de exposición a las vibraciones mecánicas diaria normalizada en un periodo de 8 horas y una acción fija. Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Real Decreto 1311/2005). (2005). *Vibraciones mecánicas*. Barcelona: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

2.4.3.1.3.4 Dirección de vibraciones mecánicas sistema Cuerpo entero

Para (Arana & Eransus, 2004), “las vibraciones mecánicas 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” (p. 5).

Según (Pujol Senovilla, 2009), la dirección para vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero son las siguientes:

Eje x: Dirección espalda – pecho. Sentido positivo: hacia el frente

Eje y: Dirección hombro – hombro. Sentido positivo: hacia hombro izquierdo

Eje z: Dirección pies – cabeza. Sentido positivo: hacia la cabeza

Figura 2-3 Ejes basicéntricos del cuerpo humano

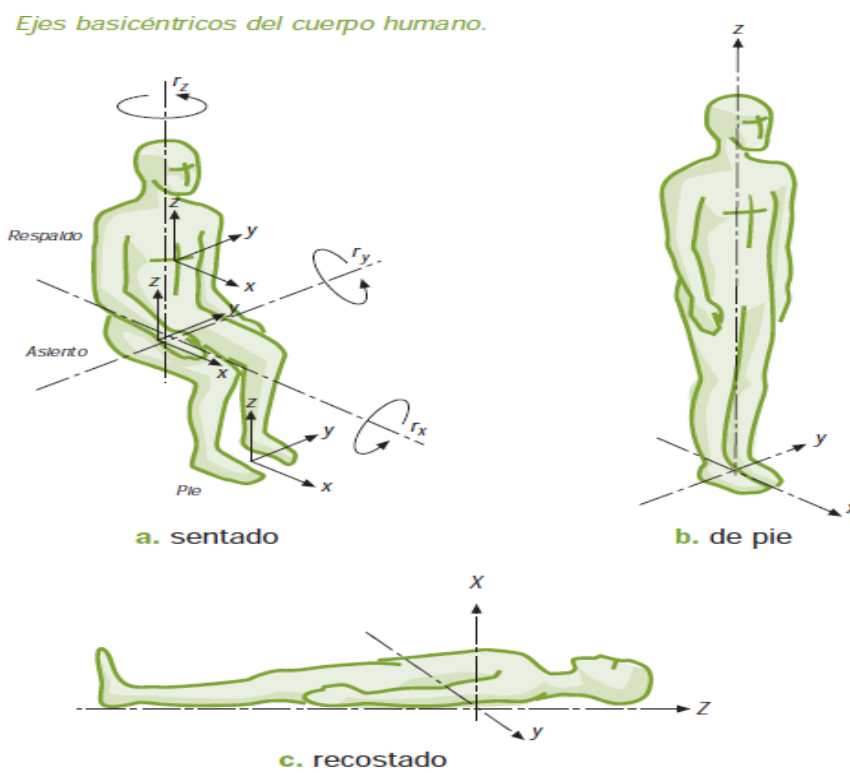


Figura 2-3 las rotaciones alrededor de los ejes x , y y z se designan como x (balanceo), y (cabeceo) y z (deriva), respectivamente. Fuente: Arana, M., & Eransus, J. (2004). *Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la exposición a las vibraciones mecánicas en los puestos de trabajo*. Navarra: Instituto Navarro de Salud Laboral.

2.4.3.1.3.5 Evaluación de las vibraciones mecánicas sistema cuerpo entero

Para (Arana & Eransus, 2004), la evaluación de las vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero se basa:

En el cálculo del valor de exposición diaria, $A(8)$, expresada como la aceleración continua equivalente para un periodo de 8 horas, calculada como el mayor de los valores eficaces, o el mayor de los valores de dosis de vibración (VDV), de las aceleraciones ponderadas en frecuencia determinadas según los tres ejes ortogonales ($1,4 a_{wx}$, $1,4 a_{wy}$, a_{wz} , para un trabajador sentado o de pie), ecuación 2.3, 2.4, 2.5, de conformidad con la norma ISO-2631-1:1997.

$$A_x(8) = 1,4 a_{wx} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

$$A_y(8) = 1,4 a_{wy} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} \quad \text{Ecuación 2.4}$$

$$A_z(8) = a_{wz} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} \quad \text{Ecuación 2.5}$$

Dónde:

$A(8)$ = Valor de exposición diaria transmitida al cuerpo entero, en (m/s^2).

a_w = Aceleraciones ponderadas en frecuencia para cada eje ortogonal, en (m/s^2).

T_{exp} = Duración total diaria de la exposición a las vibraciones.

T_0 = Duración de referencia de 8 horas (28800 segundos).

2.4.3.1.3.6 Valor límite de exposición a vibraciones mecánicas sistema cuerpo entero

Según el art. 3, literal 2, (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Real Decreto 1311/2005), 2005), el valor límite de exposición a vibraciones transmitidas al cuerpo entero son las que se describe en la tabla 2-3:

Tabla 2-3 Valor límite de exposición a vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero

Ejes ortogonales	Valor que da lugar a una acción*	Valor límite*
Sistema cuerpo entero	0,5 m/s ²	1,15 m/s ²

*Nota**: La tabla 2-3 expresa el valor límite de exposición a las vibraciones mecánicas diaria normalizada en un periodo de 8 horas y una acción fija para cuerpo entero. Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Real Decreto 1311/2005). (2005). *Vibraciones mecánicas*. Barcelona: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

2.4.3.1.3.7 Escala de referencia de las acciones a tomar en la evaluación de las vibraciones mecánicas

Figura 2-4 Valor de exposición A(8), a vibraciones mecánicas: sistema mano – brazo y cuerpo entero

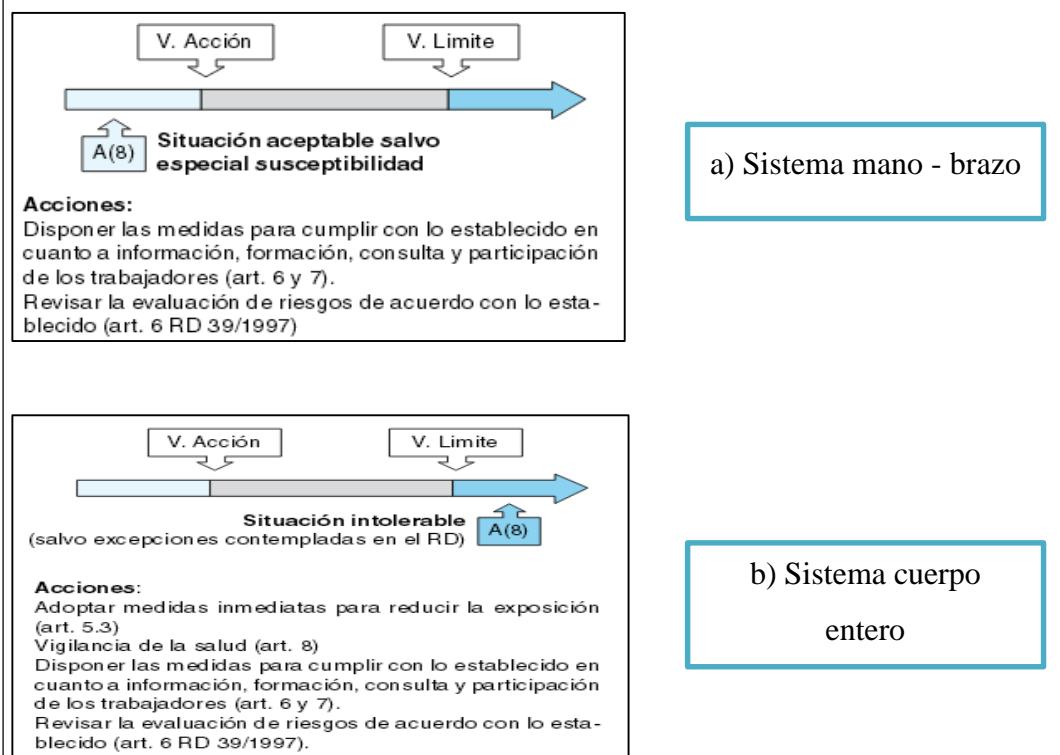


Figura 2-4 acciones a tomar para el valor de A(8), a) sistema mano – brazo, b) cuerpo entero. Fuente: Pujol Senovilla, L. (2009). *Exposición a vibraciones mecánicas*. Recuperado el 2016, de [http:// www. insht.es / InshtWeb / Contenidos/ Documentacion/ FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/839%20web.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/839%20web.pdf)

2.4.3.1.4 Tiempo de exposición e impedancia

Para (Ideara, 2014), el tiempo de exposición “es el tiempo que el trabajador/a está sometido a la vibración durante la jornada laboral” (p. 13).

Para (Ideara, 2014), impedancia consiste “en la fuerza que se requiere para que el cuerpo se mueva a cada frecuencia, dependiendo fundamentalmente de la masa corporal del individuo. Se mide en Hertzios” (p. 14).

2.4.4 Seguridad Industrial

Para (González, Floría, & González, 2007) la seguridad industrial está “directamente vinculada a la actividad y dentro de ella, fundamentalmente a los medios que se emplean en la actividad industrial, locales, instalaciones, equipos y productos, y su control relativo al daño que pudieran sufrir tanto las personas como medio ambiente o el patrimonio” (p. 46).

2.4.5 Seguridad en equipos

La seguridad en los equipos es tomar medidas de prevención ante los equipos y la persona a cargo de dicho equipo o maquinaria.

Para (Ideara, 2014) las exposiciones profesionales a las vibraciones de los motores de la maquinaria pesada y especialmente las superficies irregulares sobre las que se desplazan las máquinas o vehículos de trabajo, dan lugar a movimientos oscilatorios que se traducen finalmente en vibración. También las máquinas pesadas y de gran potencia pueden transmitir vibraciones al suelo sobre el que se encuentra el operador/a. (p. 29).

Las máquinas que trabajan en tareas de extendido y compactado de aglomerado asfáltico son las que mejor comportamiento ofrecen

respecto a las vibraciones, con valores por debajo del nivel de acción ($0,5 \text{ m/s}^2$). Las apisonadoras, alcanzaban un valor ligeramente superior a $0,5 \text{ m/s}^2$. (p. 29).

Por el contrario las que ofrecen un peor comportamiento respecto a las vibraciones con valores de aceleración total ponderada superiores a $0,8 \text{ m/s}^2$ son las motoniveladoras, camiones, rodillos, autohormigoneras, palas y extraviales. (p. 29).

La carga y correcta distribución en el equipo es un factor importante en dumpers y camiones. Está demostrado que el riesgo por vibraciones es mucho mayor en estos vehículos, cuando se realizan desplazamientos en vacío que cuando van cargados. (p. 29).

Se recomienda que para el manejo de maquinaria pesada el personal sea debidamente capacitado que conozca al factor de riesgo laboral al que se expone y que sepa sobrellevar la aceleración de las máquinas salvaguardando su integridad física y que sepa utilizar correctamente su equipo de protección personal recomendado para vibraciones mecánicas como explica (Ideara, 2014):

- *Fajas y cinturones antivibraciones mecánicas.*

- *Calzado de seguridad con suela elástica absorbente, con objeto de atenuar la exposición a vibraciones sobre el cuerpo entero.*

2.4.6 Condiciones de trabajo

Según (García, 2009) las condiciones de trabajo es “cualquier característica del trabajo que pueda tener una influencia significativa en la generación de los riesgos para la seguridad y la salud del trabajador” (p. 10).

Las condiciones de trabajo están relacionadas con el medioambiente, tarea y organización de la siguiente manera:

Medioambiente: factor de riesgo laboral.

Tarea: Posturas, esfuerzos, máquinas y herramientas.

Organización: Tiempo de empleo, ritmo, estilo de mando.

Por tal motivo dentro de las vibraciones mecánicas en el personal de maquinaria pesada las condiciones de trabajo que afectan la seguridad y salud del trabajador están el deficiente mantenimiento de la maquinaria pesada como dice (Ideara, 2014):

“El estado de mantenimiento de los equipos y maquinaria: deficiencias en estado de conservación pueden originar un mayor nivel de exposición” (p. 34).

Al estar mayor tiempo de exposición a las vibraciones mecánicas en maquinaria pesada hace que las condiciones laborales del trabajador sean deficientes.

Para mejorar las condiciones laborales de los trabajadores de maquinaria pesada expuestos a vibraciones mecánicas de la Empresa Pública GIDSA es necesario seguir el diagrama de flujo que explica la figura 2-5.

Según el art. 5, literal 1, (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Real Decreto 1311/2005), 2005), “teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen, los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible” (p. 18).

A la hora de seleccionar un nuevo equipo de trabajo es importante comprobar en el manual de instrucciones el valor declarado de la emisión de vibración que el

fabricante, en cumplimiento del Real Decreto 1435/1992, debe hacer constar en el mismo.

Figura 2-5 Diagrama resumen del RD 1311/2005

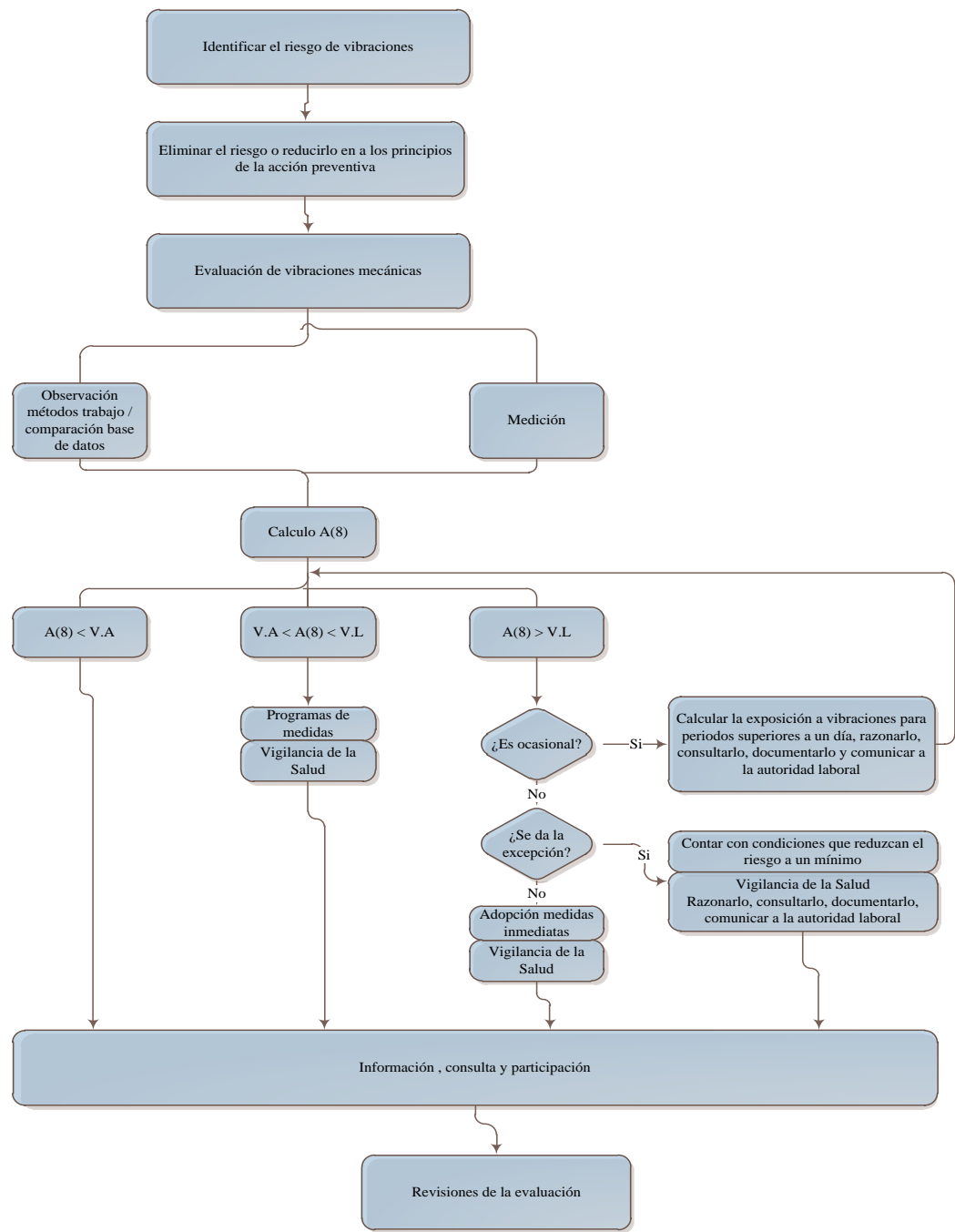


Figura 2-5 explica cómo mejorar las condiciones laborales de los trabajadores expuestos a vibraciones mecánicas. Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Real Decreto 1311/2005). (2005). *Vibraciones mecánicas*. Barcelona: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.

2.5 Hipótesis

Las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA inciden en las condiciones laborales.

2.6 Señalamiento de variables

2.6.1 Variable independiente

Las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA.

2.6.2 Variable dependiente

Condiciones laborales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

Para el proyecto de investigación se utiliza los enfoques cuantitativos y cualitativos:

Cuantitativo: Este enfoque se caracteriza porque maneja variables de valor “numérico” como indica su nombre, para este proyecto de investigación se hace uso de este enfoque en el capítulo de análisis e interpretación de resultados ya que las mediciones de las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM – GIDSA son claramente numéricas y así otros resultados que se obtienen para dar una solución a las condiciones laborales de los trabajadores de esta Empresa Pública.

Cualitativo: Además del enfoque cuantitativo se hace uso del enfoque cualitativo ya que para encontrar la solución apropiada para el tema se hace empleo del juicio crítico de los trabajadores de la EPM – GIDSA.

3.2 Modalidad básica de la investigación

Aparte de los enfoques tanto cuantitativos como cualitativos les acompaña las modalidades básicas de investigación tratando de reunir la mayor información servible para el problema a investigar, así se utilizan las siguientes modalidades:

Investigación bibliográfica: esta modalidad de investigación se refiere a sustentar la investigación gracias a la información encontrada en documentos, libros, revistas, etc., para el caso de esta investigación es necesaria para definir bien la teoría científica de las dos variables a investigar como son las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada y su incidencia en las condiciones laborales de los trabajadores de la EPM- GIDSA.

Investigación de campo: esta modalidad básica de investigación parte del método científico con el fin de encontrar conocimientos nuevos en presencia de la realidad y es lo que se necesita para verificar las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada así como las condiciones laborales en que se encuentran los trabajadores del EPM- GIDSA en la actualidad.

3.3 Nivel o tipo de investigación

Según los objetivos planteados el nivel de investigación que se ubica es el siguiente:

Perceptual: porque este nivel de investigación permite responder al objetivo específico que es identificar los puestos de trabajo expuestos a vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA, mediante este nivel de investigación se identifica el número de puestos de trabajo que están expuestos a vibraciones mecánicas específicamente en maquinaria pesada.

Integrativo: este nivel de investigación permite mediante la evaluación de las vibraciones mecánicas en el sistema mano – brazo y cuerpo entero al personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA, encontrar si la frecuencia de las vibraciones mecánicas están dentro de los límites o se exceden provocando efectos en la salud de los trabajadores.

Compresivo: este nivel de investigación permite reunir todas las características necesarias para mejorar las condiciones laborales del personal de operación de

maquinaria pesada del EPM-GIDSA expuestos a vibraciones mecánicas, este objetivo a futuro permitirá evaluar cuál ha sido su efecto al ejecutarlo.

A parte del nivel de investigación los objetivos del proyecto de investigación también proporcionan los tipos de investigación como se detallan a continuación:

Exploratoria: porque permite explorar el problema a investigar e identificar el número de puestos de trabajo que están expuestos a vibraciones mecánicas específicamente en maquinaria pesada.

Evaluativa: permite evaluar las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada y encontrar la frecuencia a la cual se exponen para posteriormente tomar medidas de control y prevención frente a este riesgo.

Proyactiva: como su nombre lo indica propone una alternativa de solución al problema mediante la determinación de parámetros necesarios para mejorar las condiciones laborales de los trabajadores expuestos a vibraciones mecánicas en maquinaria pesada del EPM-GIDSA.

3.4 Población y muestra

Tabla 3-1 Población para el proyecto de investigación de vibraciones mecánicas en maquinaria pesada

Cargo	Número de trabajadores*
Chofer de carga frontal	4
Operador de tractor	4
Ayudante de tractor	2
Mecánico	2
Total	12

Nota*: La tabla 3-1 explica la población del EPM- GIDSA que labora en los puestos de trabajo en operación de maquinaria pesada. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

La población de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA está distribuida en 12 personas como explica la tala 3-1.

Por la razón que la población es pequeña claro esta explicar que solo se refiere a los trabajadores que operan maquinaria pesada del EPM – GIDSA se utilizará como muestra a toda la población.

3.5 Operacionalización de variables

Tabla 3-2 Variable independiente*: Las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Los efectos que producen al cuerpo humano las vibraciones mecánicas dependen de cuatro características tales como: magnitud, frecuencia, dirección, tiempo de exposición.	Magnitud	¿Cómo determinar la magnitud de la vibración mecánica?	Hasta llegar a 0 en el máximo de cada ciclo (m/s^2)	Observación directa Hoja de apuntes. Medidor de vibraciones.
	Frecuencia	¿Cómo determinar la frecuencia de la vibración mecánica?	De 1 a 1500 herzt (HZ)	Observación directa Hoja de apuntes. Medidor de vibraciones.
	Dirección	¿Cómo determinar la dirección en que incide la vibración mecánica al cuerpo humano?	Tres ejes lineales (longitudinal, lateral y vertical) (m/s^2) y tres rotacionales (balanceo, cabeceo y deriva) (m/s^2)	Observación directa Hoja de cálculos. Medidor de vibraciones.
	Tiempo de exposición	¿Cuál es el tiempo de exposición a vibraciones mecánicas de los trabajadores de la EPM- GIDSA?	< 8 horas > 8 horas	Observación directa Hoja de apuntes Cronómetro.

Nota*: La tabla 3-2 explica cómo se llevará a cabo la Operacionalización de la variable independiente. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Tabla 3-3 Variable dependiente*: Condiciones laborales.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Cualquier característica del trabajo que pueda tener una influencia significativa en la generación de los riesgos para la seguridad y la salud del trabajador	Seguridad y salud de los trabajadores	¿Cuáles son las condiciones de trabajo en los que se refiere a seguridad y salud de los trabajadores expuestos a vibraciones mecánicas en maquinaria pesada?	Deficientes, eficientes. (Porcentaje %)	Cuestionario Encuesta

Nota*: La tabla 3-3 explica cómo se llevará a cabo la Operacionalización de la variable dependiente. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

3.6 Recolección de información

Para la recolección de información se hace uso de libros, artículos científicos, información obtenida de internet que cumplan con las especificaciones por normas internacionales de redacción.

Además de lo mencionado anteriormente se hace uso para la recolección de información un equipo medidor de vibraciones mecánicas del cual se obtendrá la mayoría de información como son: magnitud, frecuencia, dirección y tiempo de exposición.

También se hace empleo de las técnicas de investigación tales como la encuesta con el fin de verificar las condiciones laborales en las que laboran los trabajadores del EPM – GIDSA.

Luego de recolectar la información se tabula los resultados de la encuesta y se obtiene un porcentaje sobre las condiciones laborales del EPM – GIDSA en la actualidad específicamente de los trabajadores de maquinaria pesada se verifica la hipótesis planteada conjuntamente con la argumentación de las mediciones de las vibraciones mecánicas.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis e interpretación

Luego de haber recolectado toda la información necesaria para la argumentación del problema a investigar se tiene un panorama completo sobre las condiciones laborales que presentan los trabajadores del Empresa Pública Municipal GIDSA que se exponen a vibraciones mecánicas en maquinaria pesada.

Posteriormente se analiza los resultados encontrados según los objetivos planteados en esta investigación, con el fin de brindar una solución al problema.

4.1.1 Puestos de trabajo expuestos a vibraciones mecánicas en maquinaria pesada del EPM - GIDSA

Los puestos de trabajo en la EPM – GIDSA que se exponen a vibraciones mecánicas son los que se describe en la tabla 4-1.

Hay que recalcar que en la Empresa Pública Municipal no se han realizado ninguna medición de vibraciones mecánicas en maquinaria pesada pero dentro de la matriz de riesgos laborales se ha identificado la presencia de este riesgo el cual para la empresa es muy útil que se realice esta evaluación para poder conocer la dosis a la cual se exponen los trabajadores y como institución tomar medidas de prevención con el fin de salvaguardar la salud y seguridad del trabajador en cada puesto de trabajo expuesto a vibraciones mecánicas.

Tabla 4-1 Puestos de trabajo expuestos a vibraciones mecánicas en EPM - GIDSA

Cargo	Puesto de trabajo*	Proceso	Factor de riesgo	Valoración de GP o Dosis
Choferes	Vía pública y Relleno Sanitario	Conducir los equipos y camiones de recolección de desperdicios (carga frontal)	Vibraciones mecánicas	No se han realizado mediciones
Tractoristas	Relleno Sanitario	Manejo del tractor dentro del relleno sanitario para compactar desperdicios y tierra.	Vibraciones mecánicas	No se han realizado mediciones
Ayudante tractorista	Relleno Sanitario	Limpieza del tren de rodaje de tractor, dirigir al tractorista.	Vibraciones mecánicas	No se han realizado mediciones
Mecánico	Taller mecánico	Realizar reparación de equipos y camiones, realizar trabajos de taller (soldadura - corte)	Vibraciones mecánicas	No se han realizado mediciones

Nota*: La tabla 4-1 explica que la mayoría de los puestos de trabajo expuestos a vibraciones mecánicas se encuentran en el Relleno Sanitario perteneciente a la EPM-GIDSA. Fuente: Empresa Pública Municipal – GIDSA.

Los puestos de trabajo que presentan vibraciones mecánicas dentro del EPM – GIDSA pertenecen al Relleno Sanitario y taller mecánico, a los trabajadores que ejercen los cargos de: chofer de carga frontal, operador de tractor, ayudante de tractor y mecánico, donde se realizó las mediciones de vibraciones mecánicas del sistema mano- brazo y cuerpo entero.

4.1.2 Tiempo de exposición a vibraciones mecánicas en el personal de maquinaria pesada del EPM - GIDSA

El tiempo de exposición a vibraciones mecánicas en el personal de maquinaria pesada de los trabajadores es de 6 horas diarias, ya que los procesos de compactación de desechos sólidos se realizan en ese tiempo determinado, sin paros.

Tabla 4-2 Tiempo de exposición a vibraciones mecánicas

# de trabajadores	Puesto de trabajo	Cargo	Actividad	Tiempo de ejecución de la actividad	Tiempo de exposición a vibraciones mecánicas*
4	Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	Recibir a los recolectores de desechos sólidos	0:30	6:15:00
			Distribuir los desechos sólidos de manera homogénea en el área del relleno sanitario	4:00:00	
			Receso	2:00:00	
			Colación de arcilla	2:15:00	
			Actividades varias	1:15:00	
4	Relleno sanitario	Tractoristas	Compactación los desechos solidos	4:00	6:00:00
			Receso	2:00:00	
			Compactación los desechos solidos	2:00:00	
			Actividades varias	2:00:00	
2	Relleno sanitario	Ayudante de tractorista	Limpia el tren de rodaje u otras actividades	2:00:00	6:00:00
			Dirige al tractorista	4:00:00	
			Receso	2:00:00	
2	Taller mecánico	Mecánico	Reparación de equipos	6:00:00	6:00:00
			Reparación de maquinaria pesada	6:00:00	

Reparación de máquinas y herramientas menores	
Receso	2:00:00
Otras actividades	2:00
Promedio de tiempo de exposición a vibraciones mecánicas:	6:03:45

Nota*: La tabla 4-2 explica el tiempo de exposición a vibraciones mecánicas en horario completo de trabajo que empieza a las 08:00:00 y termina a las 17:00:00 dentro del Relleno Sanitario y Taller Mecánico perteneciente a la EPM- GIDSA. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

4.1.3 Evaluación de vibraciones mecánicas sistema mano – brazo y cuerpo entero al personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA

4.1.3.1 Resultados de las mediciones de vibraciones mecánicas sistema mano – brazo

Las mediciones se realizaron únicamente a los puestos de trabajo que presentan vibraciones mecánicas en especial al personal de operación de maquinaria pesada obteniendo los siguientes resultados como muestra la tabla 4-3.

Posterior a las mediciones de vibraciones mecánicas que se realizó se procedió a obtener las características de las vibraciones mecánicas tales como:

- Magnitud
- Frecuencia
- Dirección
- Tiempo de exposición

Estas características son para el sistema mano – brazo y cuerpo entero.

Tabla 4-3 Mediciones de vibraciones mecánicas sistema mano - brazo

Mediciones de vibraciones mecánicas sistema mano - brazo															
Puesto de trabajo	Cargo	Población	# de mediciones	Ejes ortogonales											
				Mano derecha						Mano izquierda					
				Eje x		Eje y		Eje z		Eje x		Eje y		Eje z	
				G's	m/s ²	G's	m/s ²	G's	m/s ²	G's	m/s ²	G's	m/s ²	G's	m/s ²
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	1	0,4	3,92	0,5	4,9	0,4	3,92	0,5	4,9	0,4	3,92	0,3	2,94
			2	0,3	2,94	0,4	3,92	0,5	4,9	0,4	3,92	0,3	2,94	0,4	3,92
			3	0,2	1,96	0,3	2,94	0,3	2,94	0,3	2,94	0,3	2,94	0,3	2,94
			Promedio	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	3,267	0,3	3,267
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	1	0,5	4,9	0,4	3,92	0,3	2,94	0,3	2,94	0,4	3,92	0,5	4,9
			2	0,4	3,92	0,3	2,94	0,4	3,92	0,5	4,9	0,3	2,94	0,4	3,92
			3	0,3	2,94	0,2	1,96	0,3	2,94	0,3	2,94	0,3	2,94	0,4	3,92
			Promedio	0,4	3,92	0,3	2,94	0,3	3,267	0,37	3,59	0,3	3,267	0,4	4,247
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	1	0,3	2,94	0,3	2,94	0,4	3,92	0,5	4,9	0,3	2,94	0,4	3,92
			2	0,2	1,96	0,4	3,92	0,4	3,92	0,4	3,92	0,2	1,96	0,4	3,92
			3	0,5	4,9	0,3	2,94	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94
			Promedio	0,3	3,267	0,3	3,267	0,4	3,593	0,43	4,25	0,3	2,94	0,4	3,593
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	1	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94	0,5	4,9
			2	0,4	3,92	0,5	4,9	0,4	3,92	0,5	4,9	0,3	2,94	0,2	1,96
			3	0,3	2,94	0,4	3,92	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94
			Promedio	0,3	3,267	0,4	4,247	0,4	3,593	0,43	4,25	0,3	3,267	0,3	3,267
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	1	0,5	4,9	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94	0,5	4,9
			2	0,3	2,94	0,5	4,9	0,5	4,9	0,3	2,94	0,5	4,9	0,4	3,92
			3	0,3	2,94	0,4	3,92	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94
			Promedio	0,4	3,593	0,4	3,92	0,4	3,92	0,37	3,59	0,4	3,92	0,4	3,92

Relleno sanitario	Operador de tractor	1	1	0,3	2,94	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94	0,5	4,9
			2	0,3	2,94	0,4	3,92	0,5	4,9	0,3	2,94	0,5	4,9	0,3	2,94
			3	0,4	3,92	0,5	4,9	0,4	3,92	0,5	4,9	0,3	2,94	0,5	4,9
			Promedio	0,3	3,267	0,4	3,92	0,4	4,247	0,4	3,92	0,4	3,593	0,4	4,247
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	1	0,3	2,94	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94	0,5	4,9
			2	0,3	2,94	0,4	3,92	0,5	4,9	0,3	2,94	0,4	3,92	0,3	2,94
			3	0,3	2,94	0,3	2,94	0,3	2,94	0,3	2,94	0,3	2,94	0,4	3,92
			Promedio	0,3	2,94	0,3	3,267	0,4	3,92	0,33	3,27	0,3	3,267	0,4	3,92
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	1	0,4	3,92	0,5	4,9	0,3	2,94	0,3	2,94	0,5	4,9	0,4	3,92
			2	0,3	2,94	0,3	2,94	0,5	4,9	0,3	2,94	0,4	3,92	0,3	2,94
			3	0,3	2,94	0,4	3,92	0,3	2,94	0,3	2,94	0,3	2,94	0,4	3,92
			Promedio	0,3	3,267	0,4	3,92	0,4	3,593	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,593
Relleno sanitario	Ayudante de tractor	1	1	0,4	3,92	0,5	4,9	0,3	2,94	0,3	2,94	0,5	4,9	0,4	3,92
			2	0,5	4,9	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94	0,5	4,9
			3	0,4	3,92	0,3	2,94	0,3	2,94	0,3	2,94	0,3	2,94	0,4	3,92
			Promedio	0,4	4,247	0,4	3,593	0,3	3,267	0,33	3,27	0,4	3,593	0,4	4,247
Relleno sanitario	Ayudante de tractor	1	1	0,4	3,92	0,5	4,9	0,3	2,94	0,3	2,94	0,5	4,9	0,4	3,92
			2	0,4	3,92	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94	0,5	4,9
			3	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94
			Promedio	0,4	3,593	0,4	3,92	0,4	3,593	0,37	3,59	0,4	3,92	0,4	3,92
Taller mecánico	Mecánico	1	1	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,5	4,9	0,4	3,92	0,3	2,94
			2	0,4	3,92	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94	0,5	4,9
			3	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94
			Promedio	0,3	3,267	0,4	3,593	0,4	3,92	0,43	4,25	0,4	3,593	0,4	3,593
Taller mecánico	Mecánico	1	1	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,5	4,9	0,4	3,92	0,3	2,94
			2	0,3	2,94	0,5	4,9	0,5	4,9	0,5	4,9	0,4	3,92	0,4	3,92

3	0,3	2,94	0,4	3,92	0,4	3,92	0,4	3,92	0,4	3,92	0,3	2,94
Promedio	0,3	2,94	0,4	4,247	0,4	4,247	0,47	4,57	0,4	3,92	0,3	3,267

Nota*: La tabla 4-3 expone los resultados de las mediciones de las vibraciones mecánicas sistema mano – brazo realizado a las 12 personas expuestas a vibraciones mecánicas en maquinaria pesada del EPM - GIDSA. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

4.1.3.1.1 Magnitud y frecuencia de vibraciones mecánicas del sistema mano – brazo en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM -GIDSA

Tabla 4-4 Magnitud y frecuencia de vibraciones mecánicas sistema mano – brazo

Magnitud y frecuencia de vibraciones mecánicas sistema mano – brazo*				
Cargo	Magnitud		Frecuencia	
	Ejes ortogonales		Ejes ortogonales	
	Mano derecha	Mano izquierda	Mano derecha	Mano izquierda
	m/s ²	m/s ²	Hertz	Hertz
Chofer de carga frontal	6,28	6,06	4,63E-05	4,63E-05
Chofer de carga frontal	5,89	6,45	4,63E-05	4,63E-05
Chofer de carga frontal	5,85	6,29	4,63E-05	4,63E-05
Chofer de carga frontal	6,45	6,28	4,63E-05	4,63E-05
Operador de tractor	6,6	6,6	4,63E-05	4,63E-05
Operador de tractor	6,64	6,81	4,63E-05	4,63E-05
Operador de tractor	5,89	6,06	4,63E-05	4,63E-05
Operador de tractor	6,24	6,07	4,63E-05	4,63E-05
Ayudante de tractor	6,45	6,45	4,63E-05	4,63E-05
Ayudante de tractor	6,41	6,6	4,63E-05	4,63E-05
Mecánico	6,24	6,62	4,63E-05	4,63E-05
Mecánico	6,69	6,85	4,63E-05	4,63E-05

Nota*: La tabla 4-4 muestra la magnitud de las vibraciones mecánicas en el sistema mano – brazo (aceleración) y la frecuencia en un tiempo de exposición de 6 horas de los trabajadores del Relleno sanitario del EPM –GIDSA que operan maquinaria pesada. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Análisis e interpretación:

La magnitud en vibraciones mecánicas en el personal que opera en maquinaria pesada se mide en función del desplazamiento producida por la vibración, para esta evaluación se midió la magnitud en función de la aceleración que proporciona el equipo medidor de vibraciones, encontrando en los ejes ortogonales del sistema mano – brazo valores de aceleración no aceptables lo que permite afirmar que la maquinaria que los trabajadores utilizan para su jornada laboral proporciona vibraciones no adecuadas en su puesto de trabajo.

La frecuencia que se encuentra en el sistema mano – brazo de las vibraciones mecánicas es baja por lo que es menor a 1 Hertz, durante un tiempo de exposición de 6 horas de estos resultados se puede deducir que en la maquinaria pesada que utilizan para su trabajo los trabajadores del EPM- GIDSA no proporciona frecuencias altas.

4.1.3.1.2 Dirección de vibraciones mecánicas del sistema mano – brazo en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM -GIDSA

La dirección de las vibraciones mecánicas a las cuales se exponen los trabajadores de maquinaria pesada del EPM- GIDSA están basadas en sus ejes ortogonales que son: mano derecha (eje x, eje y, eje z) y mano izquierda (eje x, eje y, eje z), donde para el eje x: dirección eje longitudinal del 3er hueso del metacarpiano, eje y: dirección dorso – palma y eje z: dirección perpendicular a los otros dos ejes.

A cada eje le corresponde un valor eficaz de aceleración instantánea en m/s^2 (a_{hw} de cada eje del sistema mano - brazo) este valor de aceleración facilita el cálculo de exposición a vibraciones mecánicas transmitidas en el sistema mano – brazo denominado por A (8) en m/s^2 , como se expone en la tabla 4-5.

Tabla 4-5 Dirección de vibraciones mecánicas y cálculo de exposición transmitidas al sistema mano - brazo

Cálculo de exposición a vibraciones mecánicas sistema mano - brazo												
Puesto de trabajo	Cargo	Población	Ejes ortogonales*									
			Mano derecha					Mano izquierda				
			Eje x (ahwx)	Eje y (ahwy)	Eje z (ahwz)	ahv	A(8)	Eje x (ahwx)	Eje y (ahwy)	Eje z (ahwz)	ahv	A(8)
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	2,94	3,92	3,92	6,28	5,43	3,92	3,27	3,27	6,06	5,25
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		
			8,64	15,37	15,37			15,37	10,69	10,69		
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	3,92	2,94	3,27	5,89	5,10	3,59	3,27	4,25	6,45	5,59
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		
			15,37	8,64	10,69			12,89	10,69	18,06		
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	3,27	3,27	3,59	5,85	5,07	4,25	2,94	3,59	6,29	5,45
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		
			10,69	10,69	12,89			18,06	8,64	12,89		
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	3,27	4,25	3,59	6,45	5,59	4,25	3,27	3,27	6,28	5,44
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		
			10,69	18,06	12,89			18,06	10,69	10,69		
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	3,59	3,92	3,92	6,6	5,72	3,59	3,92	3,92	6,6	5,72
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		
			12,89	15,37	15,37			12,89	15,37	15,37		
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	3,27	3,92	4,25	6,64	5,75	3,92	3,59	4,25	6,81	5,89
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		
			10,69	15,37	18,06			15,37	12,89	18,06		
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	2,94	3,27	3,92	5,89	5,10	3,27	3,27	3,92	6,06	5,25
			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2			(ahwx)^2	(ahwy)^2	(ahwz)^2		

			8,64	10,69	15,37			10,69	10,69	15,37		
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	3,27	3,92	3,59	6,24	5,40	2,94	3,92	3,59	6,07	5,26
			(ahwx) ²	(ahwy) ²	(ahwz) ²			(ahwx) ²	(ahwy) ²	(ahwz) ²		
			10,69	15,37	12,89			8,64	15,37	12,89		
Relleno sanitario	Ayudante de tractor	1	4,25	3,59	3,27	6,45	5,59	3,27	3,59	4,25	6,45	5,59
			(ahwx) ²	(ahwy) ²	(ahwz) ²			(ahwx) ²	(ahwy) ²	(ahwz) ²		
			18,06	12,89	10,69			10,69	12,89	18,06		
Relleno sanitario	Ayudante de tractor	1	3,59	3,92	3,59	6,41	5,55	3,59	3,92	3,92	6,6	5,72
			(ahwx) ²	(ahwy) ²	(ahwz) ²			(ahwx) ²	(ahwy) ²	(ahwz) ²		
			12,89	15,37	12,89			12,89	15,37	15,37		
Taller mecánico	Mecánico	1	3,27	3,59	3,92	6,24	5,40	4,25	3,59	3,59	6,62	5,73
			(ahwx) ²	(ahwy) ²	(ahwz) ²			(ahwx) ²	(ahwy) ²	(ahwz) ²		
			10,69	12,89	15,37			18,06	12,89	12,89		
Taller mecánico	Mecánico	1	2,94	4,25	4,25	6,69	5,79	4,57	3,92	3,27	6,85	5,93
			(ahwx) ²	(ahwy) ²	(ahwz) ²			(ahwx) ²	(ahwy) ²	(ahwz) ²		
			8,64	18,06	18,06			20,88	15,37	10,69		

Nota*: La tabla 4-5 expone la dirección de las vibraciones mecánicas y su cálculo de exposición en cada eje ortogonal A(8) con su unidad en m/s^2 así como el valor total de la aceleración eficaz instantánea en m/s^2 a_{hv} . Fuente: Ing. María Belén Paredes.

4.1.3.1.2.1 Análisis e interpretación de la dosis de vibraciones mecánicas transmitidas al sistema mano- brazo al cual se exponen los trabajadores de operación de maquinaria pesada del EPM – GIDSA

Tabla 4-6 Dosis de vibraciones mecánicas transmitidas al sistema mano - brazo

Valor límite de exposición de vibraciones mecánicas sistema mano- brazo							
Puesto de trabajo	Cargo	Mano derecha			Mano izquierda		
		Valor límite	Valor obtenido (A8)	Dosis*	Valor límite	Valor obtenido (A8)	Dosis*
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	5	5,43	1,09	5	5,25	1,05
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	5	5,1	1,02	5	5,59	1,12
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	5	5,07	1,01	5	5,45	1,09
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	5	5,59	1,12	5	5,44	1,09
Relleno sanitario	Operador de tractor	5	5,72	1,14	5	5,72	1,14
Relleno sanitario	Operador de tractor	5	5,75	1,15	5	5,89	1,18
Relleno sanitario	Operador de tractor	5	5,1	1,02	5	5,25	1,05
Relleno sanitario	Operador de tractor	5	5,4	1,08	5	5,26	1,05
Relleno sanitario	Ayudante de tractor	5	5,59	1,12	5	5,59	1,12
Relleno sanitario	Ayudante de tractor	5	5,55	1,11	5	5,72	1,14
Taller mecánico	Mecánico	5	5,4	1,08	5	5,73	1,15
Taller mecánico	Mecánico	5	5,79	1,16	5	5,93	1,19

Nota*: La tabla 4-6 expone la dosis que recibe de vibraciones mecánicas el trabajador que opera maquinaria pesada en la EPM – GIDSA. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Análisis e interpretación:

La dosis que recibe un trabajador en el sistema mano – brazo que opera en los puestos de trabajo con presencia de vibraciones mecánicas es superior al valor límite en un 9% en la EPM –GIDSA, de la cual se deduce que los trabajadores en un tiempo de exposición de 6 horas que dura su jornada laboral utilizando maquinaria pesada reciben una dosis de vibración mecánica alta, lo que permite afirmar que se debe a varios factores que influyen en generar vibraciones mecánicas altas tales como el estado de maquinaria pesada y la deficiencia de seguridad en equipos que presenta esta empresa.

4.1.3.2 Resultados de las mediciones de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero

Al igual que se realizaron las mediciones de vibraciones mecánicas transmitidas al sistema mano – brazo se realizaron las transmitidas al cuerpo entero como indica la tabla 4-7.

Se utilizó los ejes ortogonales correspondientes para las vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero con el fin de obtener las características tales como: magnitud, frecuencia, dirección y tiempo de exposición, esta última característica es constante tanto para el sistema mano – brazo como para el cuerpo entero ya que la jornada laboral de los trabajadores es de 8 horas diarias pero se exponen a vibraciones mecánicas transmitidas por la operación de maquinaria pesada 6 horas aproximadamente.

Tabla 4-7 Mediciones de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero

Mediciones de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero*									
Puesto de trabajo	Cargo	Población	# de mediciones	Ejes ortogonales					
				Cuerpo entero					
				Eje x		Eje y		Eje z	
				G`S	m/s^2	G`S	m/s^2	G`S	m/s^2
Relleno Sanitario	Chofer carga frontal	1	1	0,12	1,18	0,12	1,18	0,11	1,08
			2	0,12	1,18	0,1	0,98	0,13	1,27
			3	0,11	1,08	0,12	1,18	0,12	1,18
			Promedio	0,12	1,14	0,11	1,11	0,12	1,18
Relleno Sanitario	Chofer carga frontal	1	1	0,1	0,98	0,11	1,08	0,1	0,98
			2	0,11	1,08	0,12	1,18	0,12	1,18
			3	0,11	1,08	0,11	1,08	0,13	1,27
			Promedio	0,11	1,05	0,11	1,11	0,12	1,14
Relleno Sanitario	Chofer carga frontal	1	1	0,1	0,98	0,1	0,98	0,1	0,98
			2	0,12	1,18	0,11	1,08	0,12	1,18
			3	0,11	1,08	0,12	1,18	0,11	1,08
			Promedio	0,11	1,08	0,11	1,08	0,11	1,08
Relleno Sanitario	Chofer carga frontal	1	1	0,13	1,27	0,12	1,18	0,11	1,08
			2	0,1	0,98	0,12	1,18	0,11	1,08
			3	0,12	1,18	0,11	1,08	0,11	1,08
			Promedio	0,12	1,14	0,12	1,14	0,11	1,08

			1	0,11	1,08	0,12	1,18	0,1	0,98
Relleno Sanitario	Operador de tractor	1	2	0,11	1,08	0,12	1,18	0,11	1,08
			3	0,12	1,18	0,11	1,08	0,11	1,08
			Promedio	0,11	1,11	0,12	1,14	0,11	1,05
			1	0,11	1,08	0,12	1,18	0,1	0,98
Relleno Sanitario	Operador de tractor	1	2	0,11	1,08	0,12	1,18	0,11	1,08
			3	0,11	1,08	0,12	1,18	0,12	1,18
			Promedio	0,11	1,08	0,12	1,18	0,11	1,08
			1	0,11	1,08	0,12	1,18	0,1	0,98
Relleno Sanitario	Operador de tractor	1	2	0,11	1,08	0,11	1,08	0,11	1,08
			3	0,12	1,18	0,11	1,08	0,11	1,08
			Promedio	0,11	1,11	0,11	1,11	0,11	1,05
			1	0,12	1,18	0,1	0,98	0,12	1,18
Relleno Sanitario	Operador de tractor	1	2	0,11	1,08	0,11	1,08	0,11	1,08
			3	0,12	1,18	0,11	1,08	0,11	1,08
			Promedio	0,12	1,14	0,11	1,05	0,11	1,11
			1	0,1	0,98	0,11	1,08	0,12	1,18
Relleno Sanitario	Ayudante de tractor	1	2	0,11	1,08	0,12	1,18	0,12	1,18
			3	0,11	1,08	0,11	1,08	0,11	1,08
			Promedio	0,11	1,05	0,11	1,11	0,12	1,14
Relleno Sanitario	Ayudante de tractor	1	1	0,1	0,98	0,11	1,08	0,12	1,18
			2	0,11	1,08	0,12	1,18	0,12	1,18

			3	0,12	1,18	0,1	0,98	0,11	1,08
			Promedio	0,11	1,08	0,11	1,08	0,12	1,14
Taller mecánico	Mecánico	1	1	0,11	1,08	0,1	0,98	0,11	1,08
			2	0,11	1,08	0,12	1,18	0,12	1,18
			3	0,12	1,18	0,1	0,98	0,11	1,08
			Promedio	0,11	1,11	0,11	1,05	0,11	1,11
			1	0,11	1,08	0,1	0,98	0,11	1,08
Taller mecánico	Mecánico	1	2	0,1	0,98	0,11	1,08	0,11	1,08
			3	0,12	1,18	0,1	0,98	0,11	1,08
			Promedio	0,11	1,08	0,1	1,01	0,11	1,08

Nota*: La tabla 4-7 expone los resultados de las mediciones de las vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero realizado a las 12 personas expuestas a vibraciones mecánicas en maquinaria pesada del EPM - GIDSA. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

4.1.3.2.1 Magnitud y frecuencia de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM - GIDSA

Tabla 4-8 Magnitud y frecuencia de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero

Magnitud y frecuencia de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero		
Cargo	Magnitud	Frecuencia
	Ejes ortogonales	Ejes ortogonales
	Cuerpo entero m/s ²	Cuerpo entero Hertz
Chofer de carga frontal	1,38	4,63E-05
Chofer de carga frontal	1,35	4,63E-05
Chofer de carga frontal	1,31	4,63E-05
Chofer de carga frontal	1,38	4,63E-05
Operador de tractor	1,38	4,63E-05
Operador de tractor	1,43	4,63E-05
Operador de tractor	1,35	4,63E-05
Operador de tractor	1,31	4,63E-05
Ayudante de tractor	1,38	4,63E-05
Ayudante de tractor	1,31	4,63E-05
Mecánico	1,35	4,63E-05
Mecánico	1,31	4,63E-05

Nota*: La tabla 4-8 muestra la magnitud de las vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero y la frecuencia en un tiempo de exposición de 6 horas de los trabajadores del Relleno sanitario y Taller mecánico del EPM –GIDSA que operan maquinaria pesada. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Análisis e interpretación:

La magnitud que se obtuvo en esta evaluación se basa en la aceleración, de la cual se deduce que los valores no son tan aceptables por varios factores que pueden estar influyendo en este resultado, haciendo énfasis que la magnitud transmitida al cuerpo entero es menor que la magnitud transmitida al sistema mano – brazo como se observan en las tablas 4-4 y 4-8.

La frecuencia que se observa en la tabla 4-8 que pertenece a vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero es la misma que la transmitida al sistema mano – brazo, esta afirmación se debe a que la frecuencia es la proporción inversa al tiempo de exposición y en los puestos de trabajo con presencia de vibraciones mecánicas ya que el tiempo de exposición es 6 horas.

4.1.3.2.2 Dirección de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM -GIDSA

La dirección de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero varía en su eje ortogonal ya que el eje x representa dirección espalda – pecho, eje y representa dirección hombro – hombro y el eje z representa dirección pies – cabeza.

Bajo estas direcciones se obtuvo el valor de aceleraciones ponderadas por frecuencia para cada eje ortogonal (a_w) con su respectiva unidad m/s^2 con estos valores obtenidos se procedió a obtener exposición a vibración mecánica transmitida al cuerpo entero de igual manera en sus tres ejes ortogonales $A_{eje\ ortogonal}$ (8) con su unidad en m/s^2 , como explica la tabla 4-9.

Tabla 4-9 Dirección de vibraciones mecánicas y cálculo de exposición transmitidas al cuerpo entero

Cálculo de exposición a vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero*								
Puesto de trabajo	Cargo	Población	Ejes ortogonales					
			Cuerpo entero					
			Eje x (awx)	Eje y (awy)	Eje z (awz)	Ax(8)	Ay(8)	Az(8)
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	1,14	1,11	1,18	1,38	1,35	1,02
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	1,05	1,11	1,14	1,27	1,35	0,99
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	1,08	1,08	1,08	1,31	1,31	0,94
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	1,14	1,14	1,08	1,38	1,38	0,94
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	1,11	1,14	1,05	1,35	1,38	0,91
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	1,08	1,18	1,08	1,31	1,43	0,94
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	1,11	1,11	1,05	1,35	1,35	0,91
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	1,14	1,05	1,11	1,38	1,27	0,96
Relleno sanitario	Ayudante de tractor	1	1,05	1,11	1,14	1,27	1,35	0,99

Relleno sanitario	Ayudante de tractor	1	1,08	1,08	1,14	1,31	1,31	0,99
Taller mecánico	Mecánico	1	1,11	1,05	1,11	1,35	1,27	0,96
Taller mecánico	Mecánico	1	1,08	1,01	1,08	1,31	1,22	0,94

Nota*: La tabla 4-9 expone la dirección de las vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero con sus respectivas aceleraciones ponderadas en cada eje ortogonal en m/s^2 y su cálculo de exposición en cada eje ortogonal $A(8)$ con su unidad en m/s^2 . Fuente: Ing. María Belén Paredes.

4.1.3.1.2.2.1 Análisis e interpretación de la dosis de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero al cual se exponen los trabajadores de operación de maquinaria pesada del EPM – GIDSA

Tabla 4-10 Dosis de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero

Valor límite de exposición de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero					
Puesto de trabajo	Cargo	Población	Ejes Ortogonales		
			Valor límite	Valor obtenido A(8)	Dosis*
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	1,15	1,38	1,20
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	1,15	1,35	1,17
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	1,15	1,31	1,14
Relleno sanitario	Chofer de carga frontal	1	1,15	1,38	1,20
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	1,15	1,38	1,20
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	1,15	1,43	1,24
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	1,15	1,35	1,17
Relleno sanitario	Operador de tractor	1	1,15	1,31	1,20
Relleno sanitario	Ayudante de tractor	1	1,15	1,38	1,20
Relleno sanitario	Ayudante de tractor	1	1,15	1,31	1,14
Taller mecánico	Mecánico	1	1,15	1,35	1,17
Taller mecánico	Mecánico	1	1,15	1,31	1,14

Nota*: La tabla 4-10 expone la dosis que recibe de vibraciones mecánicas el trabajador que opera maquinaria pesada en la EPM – GIDSA. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Análisis e interpretación:

La dosis de vibraciones mecánicas que son transmitidas al cuerpo entero es superior al valor límite en un 46,50% por lo que se puede deducir que la dosis que reciben es demasiada alta y puede estar ocasionando problemas en la salud de los trabajadores que operan maquinaria pesada en la EPM – GIDSA, además se puede interpretar con estos resultados que las condiciones de trabajo en los puestos de trabajo con vibraciones mecánicas no son las adecuadas por lo que hay que tomar medidas de prevención frente a este riesgo físico que afecta la integridad física y mental del trabajador.

4.1.4 Análisis e interpretación de exposición a vibraciones mecánicas por cargo a ejercer dentro de la operación de maquinaria pesada en la EPM - GIDSA

Figura 4-1 Cargo con mayor presencia de vibraciones mecánicas en el sistema mano - brazo

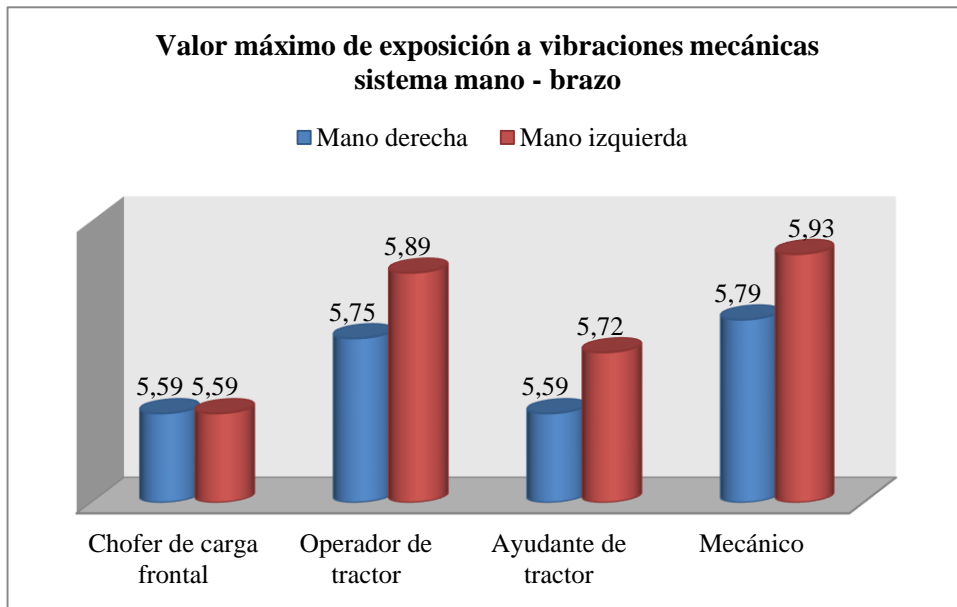


Figura 4-1 muestra los valores máximos de exposición A(8) en m/s² a vibraciones mecánicas transmitidas en el sistema mano – brazo por cargo a ejercer dentro de la EPM - GIDSA. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Análisis e interpretación:

Al interpretar la figura 4-1 se puede concluir que el puesto de trabajo con mayor presencia de vibraciones mecánicas transmitidas al sistema mano – brazo se encuentra en el relleno sanitario y el taller mecánico en los cargos de trabajo a ejercer de operador de tractor y mecánico valores que justifican a sus actividades que realizan en cada puesto de trabajo, superando a los valores permitidos por la Nota Técnica de prevención 839 a exposición a vibraciones mecánicas para el sistema mano - brazo en un 17,8% en la mano izquierda del operador de tractor y en un 18,6 % en la mano izquierda del mecánico.

Figura 4-2 Cargo con mayor presencia de vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero

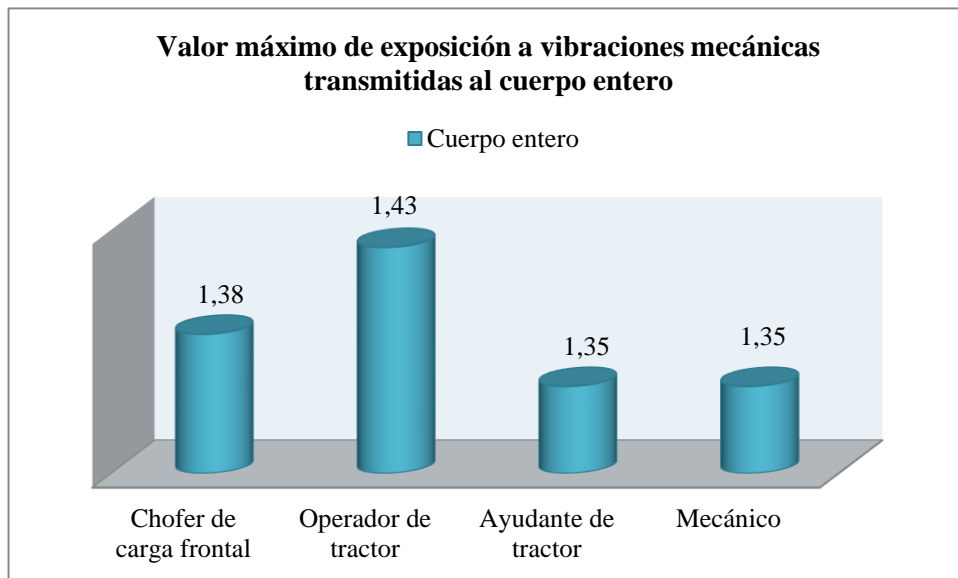


Figura 4-2 muestra los valores máximos de exposición A(8) en m/s² a vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero por cargo a ejercer dentro del EPM - GIDSA. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Análisis e interpretación:

Con la ayuda de la figura 4-2 se puede interpretar cual es el cargo de trabajo a ejercer dentro del EPM – GIDSA que presenta dentro de su eje ortogonal cuerpo entero mayor presencia de vibraciones mecánicas así siendo superior al límite

permitido por la Nota Técnica de Prevención 839 a exposición de vibraciones mecánicas en un 20% en el chofer de carga frontal mientras que en el operador de tractor es superior al valor límite en un 24,34%, en el ayudante de tractor y mecánico en un 17,39% por esta razón hay que tomar medidas de prevención para estos cargos de trabajo que ejercen los trabajadores de esta empresa con el fin de mejorar sus condiciones laborales y garantizar la integridad física y mental de los trabajadores.

4.1.5 Interpretación de los resultados de la encuesta de autovaloración de las condiciones de laborales de los trabajadores que operan maquinaria pesada con exposición a vibraciones mecánicas del EPM - GIDSA

Con el afán de constatar las condiciones laborales actuales en que operan los trabajadores de maquinaria pesada con exposición a vibraciones mecánicas de dicha empresa se elaboró una encuesta que se expone en el ANEXO 3, esta encuesta se basó en los parámetros de autovaloración de las condiciones laborales que proporciona la Nota Técnica de Prevención NTP 182, así encontrando los siguientes resultados:

1. Máquinas y herramientas:

a) ¿Los elementos de transmisión de máquinas (engranes, volantes, correas) están protegidas?

b) ¿Disponen las máquinas de interruptores u otros sistemas de paro de emergencia?

Nota: Los genéricos a responder constan de respuestas cerradas para todo el cuestionario elaborado así siendo un SI, NO, N/A (no aplica) la última alternativa de solución se plantea ya que algunas preguntas no corresponde al cargo que ejercen en cada puesto de trabajo.

Figura 4-3 Resultados de los literales a y b de la pregunta de Máquinas y herramientas

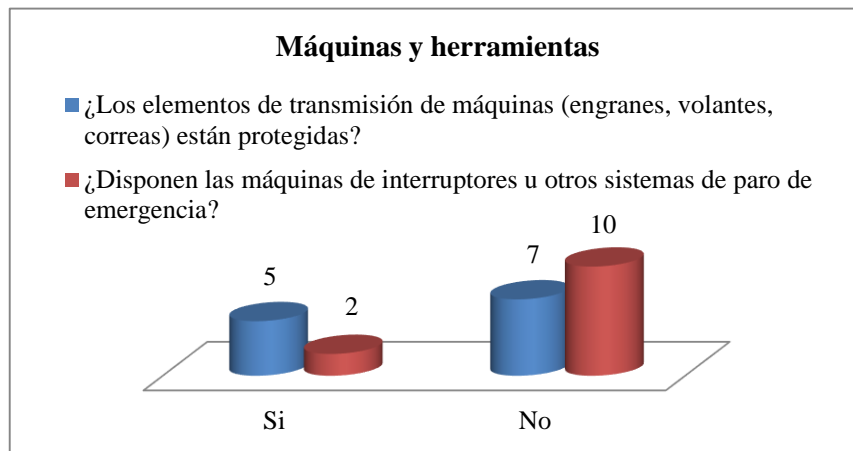


Figura 4-3 muestra los resultados de la encuesta planteada con respecto a condiciones laborales de los trabajadores de operación de maquinaria pesada expuestos a vibraciones mecánicas del EPM – GIDSA, pregunta 1. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Interpretación:

Los 5 trabajadores de 12 que operan maquinaria pesada con presencia de vibraciones mecánicas afirman que los elementos de transmisión de máquinas si están protegidas mientras que 7 trabajadores dicen que NO están protegidas, de igual manera 2 trabajadores expresan que las máquinas que utilizan en su jornada laboral SI poseen interruptores o sistemas de paro de emergencia pero 10 trabajadores dicen que NO lo que hay que tomar en consideración para poder controlar el riesgo que proporciona su trabajo.

2. Herramientas

a) ¿Las herramientas que utilizas en tu trabajo están hechas de material adecuado?

b) ¿Están bien pulimentadas (no tienen rebordes)?

c) ¿Cuándo no se utilizan está bien guardadas en un sitio y ordenadas?

d) ¿Se dispone para cada caso de herramienta adecuada?

Figura 4-4 Resultados de los literales a, b, c, d de la pregunta de herramientas

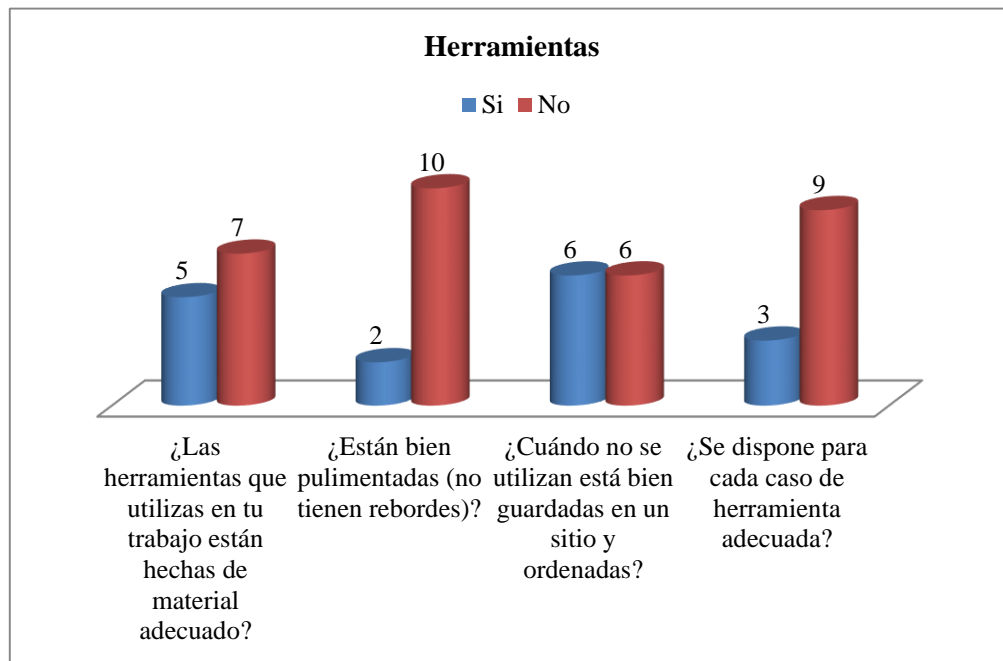


Figura 4-4 muestra los resultados de la encuesta planteada con respecto a condiciones laborales de los trabajadores de operación de maquinaria pesada expuestos a vibraciones mecánicas del EPM – GIDSA, pregunta 2. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Interpretación:

Para el literal a) de la pregunta que corresponde a herramientas 5 trabajadores expresan que las herramientas que utilizan en su trabajo SI están hechas de material adecuado mientras que 7 dicen que NO, en el literal b) 2 trabajadores dicen que las herramientas SI están bien pulimentadas pero la mayoría representando a 10 trabajadores dicen que NO, en el literal c) los criterios son por igual ellos expresan que cuando no se utilizan las herramientas las guardan y ordenan bien en un lugar, por último en el literal d) 3 trabajadores dicen que SI se dispone de herramientas adecuadas para cada caso mientras que 9 trabajadores dicen que falta herramientas para cada caso de trabajo a ejecutar.

3. Manipulación y transporte

a) ¿Hay normas dictadas en la empresa sobre?

- situación bajo cargas suspendidas

- carga y descarga de materiales

b) ¿Sus frenos funcionan bien y son potentes?

c) ¿El asiento del conductor es cómodo y tiene buena visibilidad?

Figura 4-5 Resultados de los literales a, b, c de la pregunta de Manipulación y transporte

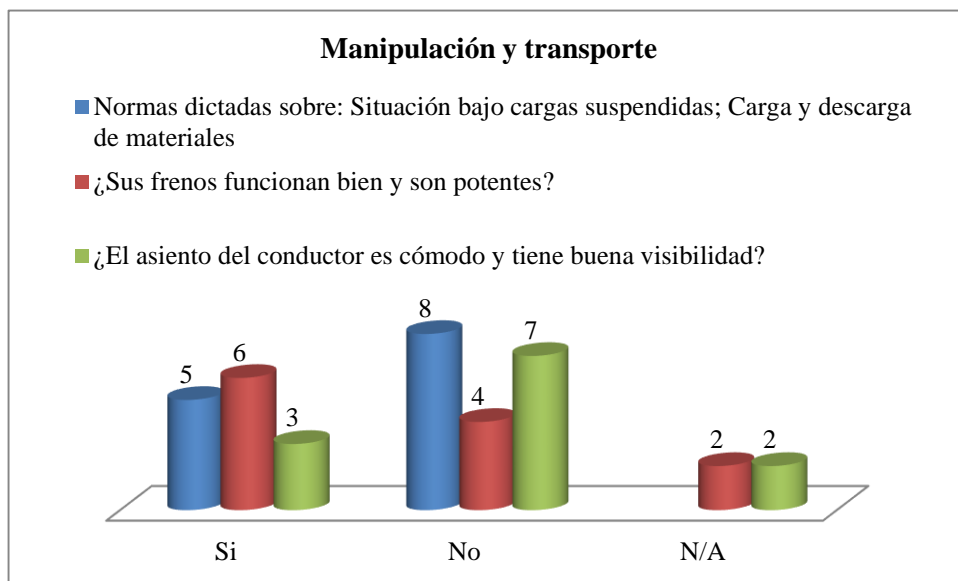


Figura 4-5 muestra los resultados de la encuesta planteada con respecto a condiciones laborales de los trabajadores de operación de maquinaria pesada expuestos a vibraciones mecánicas del EPM – GIDSA, pregunta 3. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

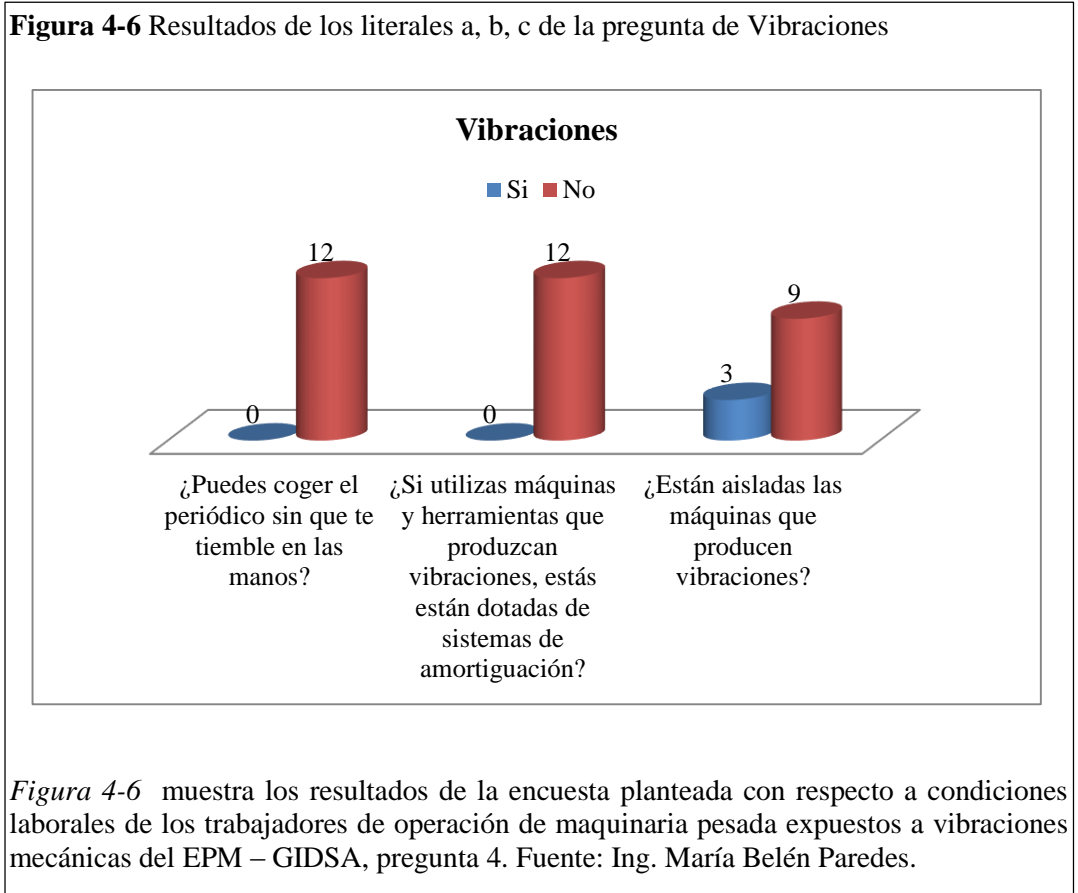
Interpretación:

Los 5 trabajadores de operación de maquinaria pesada del EPM – GIDSA expuestos a vibraciones mecánicas explican en la encuesta que SI existen normas dictadas sobre situación bajo cargas suspendidas, carga y descarga de materiales pero 8 personas afirman que NO hay normas dictadas, para el literal b) que se refiere a los frenos de su máquina a utilizar en su trabajo en el caso de los choferes de carga frontal y operador de tractor conjuntamente con su ayudante que dan un total de 6 trabajadores dicen que los frenos SI funcionan bien y son potentes

mientras que 4 expresan que NO y 2 personas responden a que en su trabajo esta pregunta no aplica a igual que el literal c), y por ultimo 3 trabajadores responden al literal c que su asiento SI es cómodo y de buena visibilidad pero la mayoría que son 7 trabajadores expresan que NO son cómodos y de buena visibilidad, dato importante a tomar como referencia para mejorar las condiciones laborales de los trabajadores de esta empresa.

4. Vibraciones

- a) ¿Puedes coger el periódico sin que te tiemble en las manos?
- b) ¿Si utilizas máquinas y herramientas que produzcan vibraciones, estás están dotadas de sistemas de amortiguación?
- c) ¿Están aisladas las máquinas que producen vibraciones?

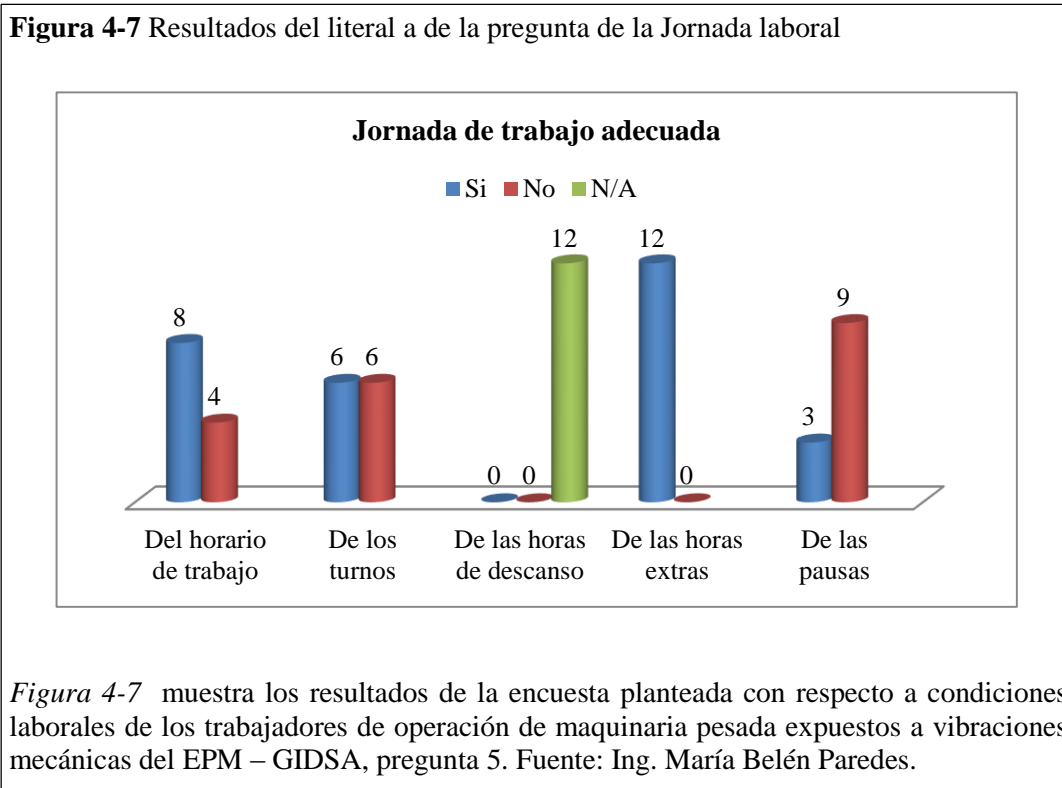


Interpretación:

Para el literal a) los 12 trabajadores NO pueden coger el periódico sin que le tiemble las manos mientras la máquina que utilizan para su trabajo y que genera vibraciones mecánicas está encendida, en el literal b) los 12 trabajadores afirman que las máquinas que ellos utilizan para ejecutar sus tareas en su puesto de trabajo NO poseen sistemas de amortiguación contra vibraciones lo que hace que se expongan a este factor de riesgo directamente, y en literal c) 3 trabajadores dicen que SI están las máquinas que generan vibraciones aisladas mientras que 9 trabajadores dicen que NO por la razón que ellos la utilizan constantemente durante su jornada laboral.

5. Jornada

a) ¿Consideras adecuada la distribución: del horario de trabajo, de los turnos, de las horas de descanso, de las horas extras, de las pausas?



Interpretación:

Los trabajadores que operan maquinaria pesada que genera vibraciones mecánicas opinan que la jornada laboral tanto para el horario de trabajo NO es la adecuada respondiendo 4 trabajadores y 8 trabajadores dicen que SI es adecuada, mientras en lo que se refiere a los turnos los criterios son por igual, los descansos explican que no existe ya que su jornada laboral está establecida, los 12 trabajadores si están de acuerdo con las horas extras y consideran que si son adecuadas, en lo referente a las pausas 9 trabajadores consideran que NO son adecuadas por las tareas que tienen que ejecutar durante su jornada mientras que 3 dicen que SI.

6. Protecciones personales

a) ¿Para tu cargo a ejercer dentro de tu puesto de trabajo utilizas el siguiente equipo de protección personal?: Casco, Gafas, Protectores auditivos, Mascarilla, Mandil, Guantes, Polainas, Fajas y cinturones antivibraciones mecánicas, Calzado de seguridad con suela elástica absorbente

Figura 4-8 Resultados del literal a de la pregunta de los equipos de protección personal

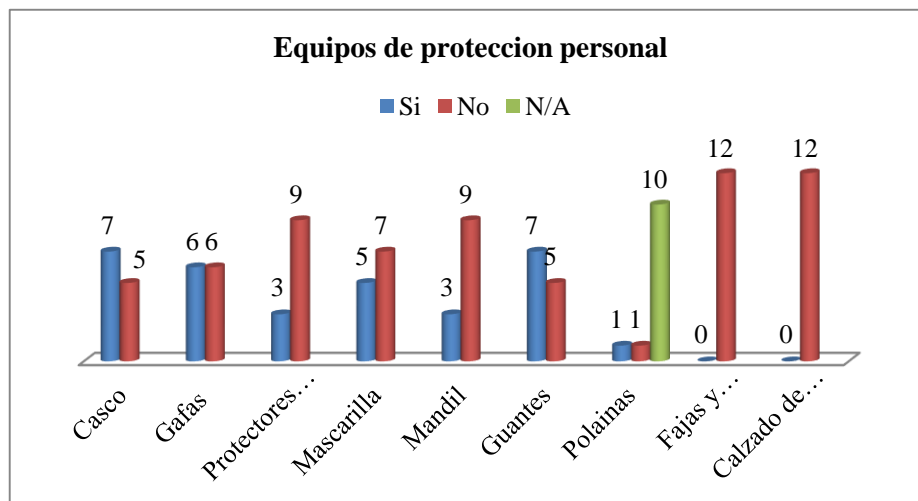


Figura 4-8 muestra los resultados de la encuesta planteada con respecto a condiciones laborales de los trabajadores de operación de maquinaria pesada expuestos a vibraciones mecánicas del EPM – GIDSA, pregunta 6. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Interpretación:

En la figura 4-8 muestra que los encuestados respondieron con respecto a la utilización de equipos de protección personal para ejercer su trabajo: el casco 7 trabajadores SI lo utilizan y el resto NO, las gafas 6 trabajadores SI las utilizan mientras que 6 NO, los protectores auditivos solo 3 trabajadores hacen empleo de estos pero 9 NO lo hacen, la mascarilla 5 trabajadores SI emplean este equipo durante su jornada laboral ya que conocen del riesgo que implica el trabajo en el relleno sanitario y 7 trabajadores NO lo hacen por diferentes razones, el mandil explican los 2 mecánicos que SI utilizan y un chofer de carga frontal pero 9 de los trabajadores explican que NO utilizan este equipo de protección personal, las polainas expresan los 2 mecánicos que SI utilizan cuando van ejecutar trabajos que implica soldadura mientras que el resto de trabajadores explican que ese equipo no implica protección en su tarea a ejecutar, en lo referente a equipos de protección personal para vibraciones mecánicas como son las fajas y cinturones antivibraciones explican los 12 trabajadores que NO las tienen ya que no las proporciona la empresa, y en lo que se refiere al calzado de seguridad con suela elástica absorbente dicen los 12 trabajadores que tampoco poseen ese tipo de calzado ya que la empresa no les entrega.

b) ¿Proporciona la empresa prendas de protección personal?

c) ¿Son adecuadas al riesgo que debe proteger?

d) ¿Son cómodas de usar?

e) ¿Se revisan periódicamente?

f) ¿Hay carteles que indiquen su obligatoriedad de usar dichas prendas?

Los literales b, c, d, e, f corresponden a las responsabilidades de la empresa con respecto a los equipos de protección personal

Figura 4-9 Resultados de los literales b, c, d, e, f de la pregunta de equipos de protección personal

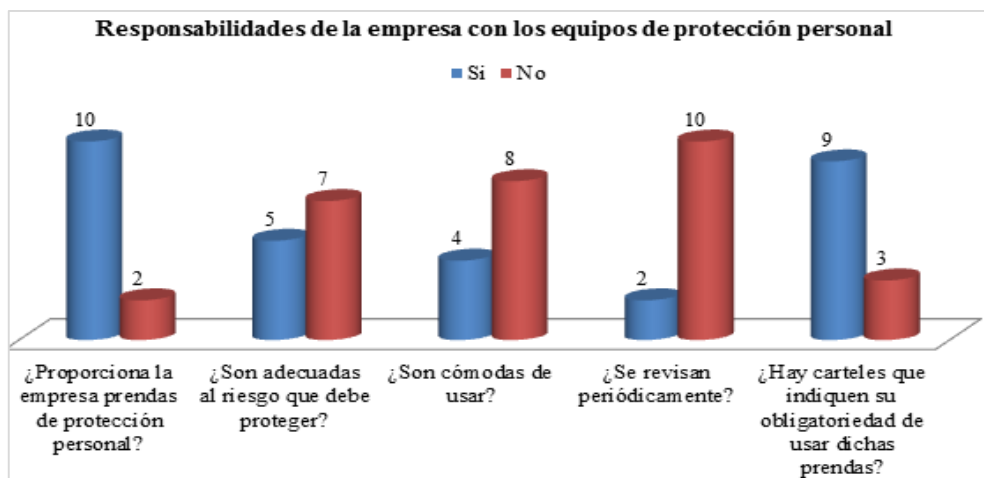


Figura 4-9 muestra los resultados de la encuesta planteada con respecto a condiciones laborales de los trabajadores de operación de maquinaria pesada expuestos a vibraciones mecánicas del EPM – GIDSA, pregunta 6. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Interpretación:

Continuando con la interpretación de los literales: b) 10 trabajadores que operan maquinaria pesada que genera vibraciones mecánicas al personal del EPM – GIDSA afirman que SI proporciona la empresa prendas de protección personal mientras que 2 trabajadores dicen que NO, c) 7 trabajadores consideran que las prendas de protección personal NO son adecuadas para el trabajo a ejecutar mientras que 5 explican que SI son adecuadas, d) 8 trabajadores explican que las prendas de protección personal NO son cómodas de usar pero están conscientes que les protege del riesgo que implica trabajar en este lugar pero 4 trabajadores dicen que SI son cómodas de usar y se sienten a gusto con ellas, e) 2 trabajadores explican que SI se revisan periódicamente las prendas de protección personal pero la mayoría afirma que NO, f) 9 trabajadores dicen que SI existe en los puestos de trabajo carteles que indique la obligatoriedad de la utilización de las prendas de protección personal para ejecutar el trabajo pero 3 trabajadores explican que NO existe suficientes carteles que indiquen la obligatoriedad de usar los equipos de protección personal.

7. Síntomas causados o atribuibles al propio trabajo

a) ¿Ha sufrido durante su jornada laboral movimiento vibratorio de su cuerpo?

b) ¿Te sientes fatigado?

c) ¿Tienes la cabeza pesada y mareos?

Figura 4-10 Resultados de los literales a, b, c de la pregunta de Síntomas causados o atribuibles al propio trabajo

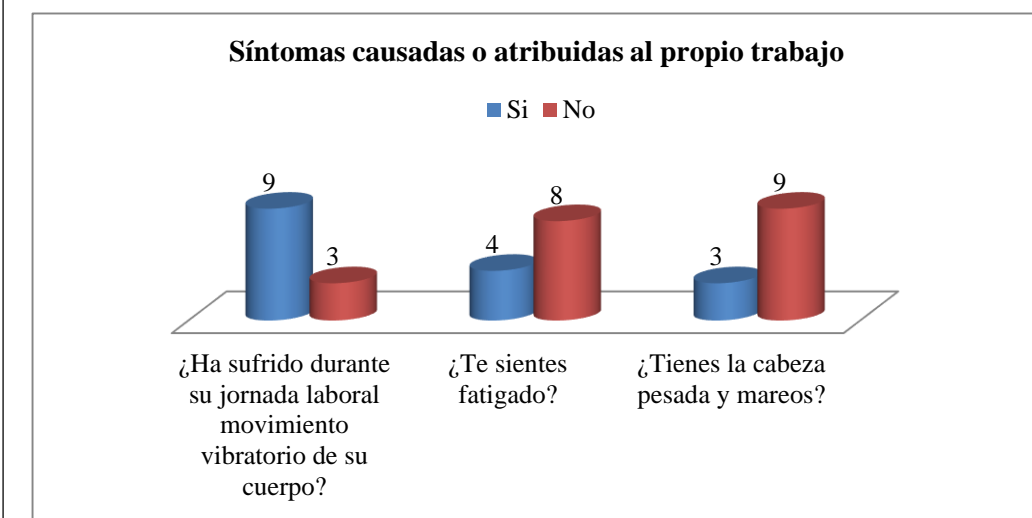


Figura 4-10 muestra los resultados de la encuesta planteada con respecto a condiciones laborales de los trabajadores de operación de maquinaria pesada expuestos a vibraciones mecánicas del EPM – GIDSA, pregunta 7. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Interpretación:

Los síntomas causados por las vibraciones mecánicas en la operación de maquinaria pesada en la EPM – GIDSA son fáciles de percibir ya que 9 personas SI presentan movimiento vibratorio durante su jornada laboral y 3 trabajadores afirman que NO lo sienten, al igual que la fatiga 8 trabajadores dicen que NO presentan este síntoma y 4 dicen que SI lo han sentido, otro de los síntomas son la cabeza pesada y mareos los cuales 9 trabajadores afirman que NO lo han percibido y 3 explican que SI.

4.2 Comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis que se planteó en capítulos anteriores de este proyecto de investigación y con el fin de buscar la homogeneidad de las dos variables a estudiar se emplea en método estadístico Chi – Cuadrado (X^2), basándose en los resultados de la encuesta elaborada.

El método Chi – cuadrado se basa en la ecuación 4.1

$$X^2_{cal} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

Donde sus componentes corresponden a lo descrito a continuación:

X^2_{cal} = Chi- cuadrado calculado

f_o = frecuencia observada

f_e = frecuencia esperada

Los componentes de la ecuación 4.1 muestran las tablas 4-11, 4-12 y 4-14.

Tabla 4-11 Frecuencia observada del estudio de vibraciones mecánicas y su incidencia en las condiciones laborales

Condiciones laborales	Frecuencia observada (f_o)*			Sumatoria
	Si	No	N/A	
Máquinas y herramientas	7	17	0	24
Herramientas	16	32	0	48
Manipulación y transporte	14	19	4	37
Vibraciones	3	33		36
Jornada	29	19	12	60
Protecciones personales	61	97	0	158

Síntomas causados o atribuibles al propio trabajo	16	20	0	36
Sumatoria	146	237	16	399

Nota*: La tabla 4-11 expone la frecuencia observada obtenida de la autovaloración de las condiciones laborales de los trabajadores de maquinaria pesada con exposición a vibraciones mecánicas en la EPM – GIDSA. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

A partir de los resultados de la tabla 4-11 es decir de la frecuencia observada se encuentra la frecuencia esperada como muestra la tabla 4-12.

Tabla 4-12 Frecuencia esperada del estudio de vibraciones mecánicas y su incidencia en las condiciones laborales

Condiciones laborales	Frecuencia (f_e)*		
	Si	Genérico No	N/A
Máquinas y herramientas	8,78	14,26	0,96
Herramientas	17,56	28,51	1,92
Manipulación y transporte	13,54	21,98	1,48
Vibraciones	13,17	21,38	1,44
Jornada	21,95	35,64	2,41
Protecciones personales	57,81	93,85	6,34
Síntomas causados o atribuibles al propio trabajo	13,17	21,38	1,44

Nota*: La tabla 4-12 muestra la frecuencia esperada obtenida bajo la operación de la sumatoria total de cada fila de la frecuencia observada multiplicada por la sumatoria total de cada columna de la frecuencia observada y dividida para la sumatoria total de las columnas y filas de la frecuencia observada. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Con la frecuencia observada y la frecuencia esperada se calcula el valor de Chi – cuadrado como muestra la tabla 4-13.

Cumpliendo con todos los componentes de la ecuación 4. 1 es necesario calcular otros parámetros que implica el método estadístico Chi – cuadrado con el fin de verificar la hipótesis planteada con la ayuda de las ecuaciones 4.2 y 4.3.

Tabla 4-13 Chi – cuadrado calculado del estudio de vibraciones mecánicas y su incidencia en las condiciones laborales

Condiciones laborales	Chi - cuadrado calculado X^2 *			Sumatoria
	Si	No	N/A	
Máquinas y herramientas	0,36	0,53	0,96	81,68
Herramientas	0,14	0,43	1,92	
Manipulación y transporte	0,02	0,40	4,27	
Vibraciones	7,86	6,31	1,44	
Jornada	2,26	7,77	38,26	
Protecciones personales	0,18	0,11	6,34	
Síntomas causados o atribuibles al propio trabajo	0,61	0,09	1,44	

Nota*: La tabla 4-13 expone el valor del Chi – cuadrado calculado como resultado de la frecuencia observada y esperada de la autovaloración de las condiciones laborales de los trabajadores de maquinaria pesada con exposición a vibraciones mecánicas en la EPM – GIDSA. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Grados de libertad:

$$g.l = (\text{cantidad de filas} - 1)(\text{cantidad de columnas} - 1) \quad \text{Ecuación 4.2}$$

$$g.l = (7 - 1)(3 - 1)$$

$$g.l = 12$$

Probabilidad:

$$p = 1 - \text{nivel de significancia} \quad \text{Ecuación 4.3}$$

$$p = 1 - 0,05$$

$$p = 0,95$$

Con todos los componentes calculados del método estadístico Chi – cuadrado se procede a verificar la hipótesis con las condiciones que implica este método:

Condiciones:

$$X^2_{\text{cal}} \leq X^2 \text{ Crítico; Hipótesis nula (H}_0\text{)}$$

$$X^2_{\text{cal}} \geq X^2 \text{ Crítico; Hipótesis alternativa (H}_1\text{)}$$

Hipótesis planteadas:

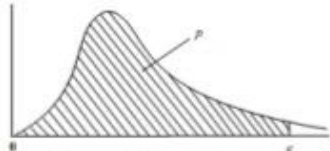
H₀: Las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA no inciden en las condiciones laborales.

H₁: Las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA inciden en las condiciones laborales.

Para encontrar una de las condiciones del método Chi – cuadrado y verificar la hipótesis se emplea la tabla 4-14:

Tabla 4-14 Valores críticos de la distribución de X²

$p = P(X \leq c)$



p	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
ν = 1	0,00004	0,0002	0,001	0,004	0,016	2,706	3,441	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	6,251	7,715	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	9,236	11,070	12,833	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	3,490	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	17,275	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,401	5,226	6,304	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	7,042	19,812	22,362	24,736	27,688	29,819

Nota: La tabla 4-14 proporciona el valor de X² crítico. Fuente: Moreno, J. (1995). *Manual de estadística Universitaria*. Madrid: ESIC.

Condición encontrada:

$X^2_{cal} \geq X^2_{Crítico}$; Hipótesis alternativa (H_1)

$81,68 > 21,026$

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa:

H_1 : Las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM-GIDSA inciden en las condiciones laborales.

Con lo que se demuestra que: Las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada del EPM – GIDSA inciden en las condiciones laborales.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se estudió las vibraciones mecánicas en personal de operación de maquinaria pesada y su incidencia en las condiciones laborales, durante un tiempo de exposición de 6 horas de su jornada laboral, obteniendo dosis críticas de vibraciones mecánicas que están incidiendo en las condiciones laborales de los trabajadores del EPM – GIDSA.
- Por medio de la matriz de riesgos proporcionada por la EPM – GIDSA se identificó los puestos de trabajo expuestos a vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada como describe la tabla 4-1 así siendo los puestos de trabajo el relleno sanitario con el cargo de chofer de carga frontal, operador de tractor y ayudante de tractor, al igual que en el taller mecánico con el cargo de mecánico.
- Se ha evaluado las vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada en el sistema mano – brazo y cuerpo entero según las norma ISO. 5349.2. 2001 y la Nota Técnica de Prevención: NTP 839: Exposición a vibraciones mecánicas. Evaluación del riesgo.
- Se concluye de la tabla 4-4 que la mayor magnitud de vibración mecánica transmitida en el sistema mano – brazo medida en función de la aceleración se presenta en el chofer de carga frontal en su mano derecha e izquierda de 6,45 m/s^2 , en el operador de tractor de mano derecha 6,64 m/s^2 y mano izquierda 6,81 m/s^2 , ayudante de tractor mano derecha 6,45 m/s^2 y mano izquierda 6,6 m/s^2 , por último el mecánico en su mano derecha 6,69 m/s^2 y mano izquierda 6,85 m/s^2 .

- Se llega a concluir que la frecuencia de las vibraciones mecánicas transmitidas al sistema mano - brazo y cuerpo entero son iguales para todos los ejes ortogonales por su tiempo de exposición así recibiendo los trabajadores de operación de maquinaria pesada una frecuencia de $4,63 \times 10^{-05}$.
- Se pudo determinar el mayor nivel de exposición a vibraciones mecánicas A(8) transmitidas al sistema mano – brazo como se observa en la tabla 4-5 donde para el chofer de carga frontal en su mano derecha e izquierda de $5,59 \text{ m/s}^2$, en el operador de tractor de mano derecha $5,75 \text{ m/s}^2$ y mano izquierda $5,89 \text{ m/s}^2$, ayudante de tractor mano derecha $5,59 \text{ m/s}^2$ y mano izquierda $5,72 \text{ m/s}^2$, por último el mecánico en su mano derecha $5,79 \text{ m/s}^2$ y mano izquierda $5,93 \text{ m/s}^2$, siendo el valor límite de 5 m/s^2 para el sistema mano – brazo.
- Se determinó la dosis que reciben de vibraciones mecánicas transmitidas al sistema mano – brazo los trabajadores de operación de maquinaria pesada siendo todas críticas o intolerables en todos los puestos de trabajo en sus cargos que ejercen durante su jornada laboral como se observa en la tabla 4-6.
- Se pudo determinar una de las características de las vibraciones mecánicas como es la magnitud transmitida al cuerpo entero medidas en función de la aceleración como se observa en la tabla 4-8 donde la magnitud es mayor para los cargos a ejercer de chofer de carga frontal, operador de tractor y ayudante de tractor con $1,38 \text{ m/s}^2$ mientras que para el mecánico es de $1,35$.
- De la tabla 4-9 se llega a concluir que el nivel mayor de exposición A(8) a vibraciones mecánicas transmitidas al cuerpo entero se da en los ejes ortogonales de los choferes de carga frontal en dirección espalda pecho con $1,38 \text{ m/s}^2$, en el operador de tractor en la dirección hombro – hombro con $1,43 \text{ m/s}^2$, en el ayudante de tractor en dirección hombro - hombro con $1,35 \text{ m/s}^2$ y en mecánico con dirección espalda pecho $1,35 \text{ m/s}^2$, siendo el valor límite de exposición $1,15 \text{ m/s}^2$.
- Al igual que en el sistema mano – brazo la dosis que reciben los trabajadores de operación de maquinaria pesada en el sistema cuerpo entero es crítica e intolerable como se observa en la tabla 4-10 lo cual permite deducir que hay que tomar medidas de control frente a este riesgo.

- Los puestos de trabajo con mayor presencia de vibraciones mecánicas son los que ejerce el operador de tractor, ayudante de tractor y mecánico como se observa en la figura 4-1 y 4-2, puestos a los cuales hay que considerar para disminuir la dosis de exposición.

5.2 Recomendaciones

- Desarrollar un plan de mantenimiento que contemple medidas básicas de control de los factores de riesgo detectados en la fuente en el medio y en el receptor, así como considerar acciones básicas de seguimiento de salud ocupacional.
- Tomar medidas de prevención y control al riesgo físico denominado vibraciones mecánicas generadas por la operación de maquinaria pesada en los puestos de trabajo donde existe dosis críticas como son: Relleno sanitario y taller mecánico.
- Hacer hincapié en las medidas de prevención a exposición a vibraciones mecánicas que indica la norma ISO. 5349.2. 2001, para reducir la dosis de exposición en los trabajadores de maquinaria pesada.
- Según los resultados obtenidos en las tablas desde la 4-4 hasta la 4-10 de la evaluación se recomienda a la empresa que cada cierto tiempo los trabajadores de maquinaria pesada tengan turnos de trabajo rotativo dentro de su jornada laboral, con el afán de disminuir el tiempo de exposición a vibraciones mecánicas, como una opción de solución al problema.
- Se recomienda incluir temas de capacitación relacionados a trastornos musculo esqueléticos y uso de equipo de protección personal en el cronograma de capacitación del EPM-GIDSA.
- Por los resultados de los diagnósticos contemplados en este trabajo se recomienda uso obligatorio de guantes anti vibratorio y zapatos de seguridad para vibraciones en los puestos determinados de alto riesgo.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos informativos

6.1.1 Título

Implementación de un plan de mantenimiento que permita reducir la dosis de exposición a vibraciones mecánicas de los trabajadores de operación de maquinaria pesada del EPM – GIDSA para mejorar las condiciones laborales.

6.1.2 Institución ejecutora

La Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato (EPM- GIDSA).

6.1.2.1 Ubicación de la empresa

La empresa se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua en la ciudad de Ambato en el sector de Izamba.

6.1.3 Beneficiarios

Los beneficiarios directos de esta propuesta son los trabajadores de operación de maquinaria pesada expuesta a vibraciones mecánicas con el fin de mejorar sus condiciones laborales.

6.1.4 Tiempo estimado para la ejecución

Fecha de inicio: Mayo 2016

Fecha de finalización: Junio 2016

6.1.5 Equipo técnico responsable

Investigadora: Ing. María Belén Paredes Robalino

Tutor: Ing. Manolo Córdova, Msc.

6.2 Antecedentes de la propuesta

Como antecedentes de la propuesta que se plantea para este proyecto de investigación según estudios realizados en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica en la dirección de posgrados con mención en diseño mecánico no existe un estudio sobre la dosis de vibraciones mecánicas en el personal de maquinaria pesada del EPM – GIDSA, por lo que es necesario la implementación de un plan de mantenimiento que guíe al trabajador en la forma de tomar medidas preventivas y de control frente al riesgo que implica las vibraciones mecánicas en su jornada laboral.

La propuesta se basa en controles de ingeniería en lo que se refiere a manteniendo preventivo, correctivo, autónomo con el afán de perseverar la vida útil de la maquinaria pesada y de los equipos de protección personal que operan en los puestos de trabajo del relleno sanitario y taller mecánico con el objetivo de reducir la dosis de exposición a vibraciones mecánicas y mejorar las condiciones laborales, ya que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada que genera vibraciones mecánicas.

6.3 Justificación

La importancia de esta propuesta es minimizar la dosis de vibraciones mecánicas que reciben los trabajadores del EPM – GIDSA con el afán de mejorar las condiciones laborales de los mismos, debido a que la dosis actual que presentan los puestos de trabajo con presencia de vibraciones mecánicas hace que se busque una solución al este problema encontrando así en el plan de mantenimiento una alternativa de solución.

El plan de mantenimiento abarcara fichas, inspecciones de maquinaria pesada y registros de reparaciones mayores de máquinas y herramientas así como de sus equipos de protección personal de esta manera con todo lo antes mencionado se busca los parámetros ideales para mejorar las condiciones laborales y reducir la dosis de vibraciones mecánicas que reciben los trabajadores en sus ejes ortogonales del sistema mano – brazo y cuerpo entero, bajo la supervisión de un responsable apto para ejecutar el plan de mantenimiento en la empresa, y las condiciones de las teorías de ingeniería tratando de buscar resultados favorables para los trabajadores del relleno sanitario y taller mecánico.

Los beneficios que presenta este plan de mantenimiento está orientado a los trabajadores ya que mediante él se tratará revisar periódicamente la maquinaria pesada y sus equipos de protección personal así como se implantará la seguridad de los equipos anti – vibraciones.

Es factible de realizar esta propuesta ya que se cuenta con todos los parámetros necesarios para reducir la dosis de vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada así como el apoyo del EPM – GIDSA que se preocupa por el bienestar de los trabajadores de esta institución.

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo general

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita reducir la dosis de exposición a vibraciones mecánicas a través de un inventario de maquinaria pesada, fichas técnicas de inspecciones, procesos y cronogramas de controles para mejorar las condiciones laborales.

6.4.2 Objetivos específicos

- Recolectar información sobre características y funcionamiento y utilización de la maquinaria pesada que genera vibraciones mecánicas en personal del EPM – GIDSA.
- Analizar los métodos mantenimiento de maquinaria pesada y equipos del EPM – GIDSA con presencia de vibraciones mecánicas para reducir la dosis de exposición.
- Elaborar un plan de control y procesos de mantenimiento basados en medidas preventivas con el afán de minimizar la dosis de exposición a vibraciones mecánicas, conservar la vida útil de la maquinaria pesada y equipos y mejorar las condiciones laborales de los trabajadores.

6.5 Análisis de factibilidad

La propuesta es factible de realizar ya que se cuenta con todos los recursos necesarios para su ejecución e implantación, pues las razones de esta propuesta es minimizar la dosis de exposición a vibraciones mecánicas generadas por la operación de maquinaria pesada en los puestos de trabajo del relleno sanitario y el taller mecánico, para con todo lo antes mencionado mejorar las condiciones laborales de los trabajadores de esta empresa.

La propuesta se basa en conocimientos de ingeniería enfocados a la relación máquina y salud del trabajador que la ópera, y con la organización de la empresa se podrá obtener buenos resultados al implementar la propuesta en estos puestos de trabajo.

6.5.1 Análisis de costos

6.5.1.1 Costos directos

Costo de equipos:

Para encontrar la dosis de exposición a vibraciones mecánicas se hizo empleo de equipos los cuales implican un coste y a futuro el empleo de estos también genera un gasto para la empresa ya que la evaluación se recomienda elaborarla cada año, por lo que la empresa deberá asignar un recurso para esta evaluación como muestra la tabla 6-1.

Tabla 6-1 Costos directos (inversión de equipos)

Inversión de equipos*			
Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Alquiler del vibrómetro CLASE II	1	1200	1200
Tutorías	2	200	400
Impresiones	15	0,5	7,5
Total			1607,5

Nota*: La tabla 6-1 expone los costos directos en lo que se refiere a inversión de equipos para evaluación de vibraciones mecánicas en maquinaria pesada del EPM – GIDSA. Y su incidencia en las condiciones laborales. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Por lo tanto la empresa deberá asignar un recurso de \$ 1607,5 dólares americanos para garantizar que las condiciones laborales de los trabajadores de esta empresa sean óptimas.

6.5.1.2 Costos indirectos

Haciendo énfasis que los costos indirectos son aquellos que no se exponen de forma directa pero son esenciales para la ejecución e implantación de la propuesta planteada, y que requiere de un coste que se expone en la tabla 6-2.

Tabla 6-2 Costos indirectos

Inversión indirecta*	
Descripción	Cantidad
Técnicos	200
Material bibliográfico	200
Trasporte	200
Total	600

Nota*: La tabla 6-2 expone los costos indirectos en lo que se refiere a inversión para evaluación de vibraciones mecánicas en maquinaria pesada del EPM – GIDSA y su incidencia en las condiciones laborales. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

La empresa además de financiar los costos directos de la propuesta deberá asignar un recurso para inversión indirecta aproximadamente de \$ 600 dólares americanos, dando un total para llevar a cabo la implementación de este plan de mantenimiento de \$ 2207,50 dólares americanos.

6.6 Fundamentación teórica

6.6.1 Taxonomía de la conservación industrial

6.6.1.1 Conservación

Para (Dounce, López, & Dounce, 2007), “la conservación es toda acción humana, mediante la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos, contribuye al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes en el habitat humano y propicia con ello, el desarrollo integral del hombre y de la sociedad” (p. 36).

La conservación se divide en dos ramas: una de ellas es la preservación y el otro es el mantenimiento.

Según (Dounce, López, & Dounce, 2007), la diferencia entre preservación y mantenimiento es:

Preservación es cuando una máquina puede estar sujeta a trabajos de limpieza y lubricación, reparación o pintura, ya que sirven para evitar que la máquina sea atacada por agentes nocivos, sin embargo serán calificados como mantenimiento si son hechos para que esta proporcione o continúe proporcionando un servicio de calidad estipulada. (p. 36).

6.6.1.1.1 Mantenimiento

Según (Dounce, López, & Dounce, 2007), el mantenimiento “es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada y se divide en dos ramas: mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo” (p. 42).

6.6.1.1.1.1 Mantenimiento correctivo

Para (Dounce, López, & Dounce, 2007), dentro de su teoría explica que el mantenimiento correctivo “es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada y se divide en dos ramas en mantenimiento correctivo contingente y programable” (p. 43).

6.6.1.1.1.2 Mantenimiento preventivo

Para (Dounce, López, & Dounce, 2007), el mantenimiento preventivo “es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin

de garantizar que la calidad de servicio que estos proporcionan, continúe dentro de los límites establecidos” (p. 44).

Este tipo de mantenimiento es programable, y se divide en cinco tipos de mantenimiento los cuales se siguen un orden de acuerdo con su grado de fiabilidad, la cual se relaciona en razón directa con su costo:

$$\text{Mantenimiento preventivo} = \begin{cases} \text{Predictivo} \\ \text{Periódico} \\ \text{Analítico} \\ \text{Progresivo} \\ \text{Técnico} \end{cases}$$

Tabla 6-3 Particularidades del mantenimiento preventivo

Tipos de mantenimiento preventivo	Características	Requisitos para su aplicación
Predictivo	<ul style="list-style-type: none"> -Diagnóstico permanente (automático). -Trabajos efectuados solo si se requieren. -Alto costo de implantación. -Económico y altamente fiable. 	<ul style="list-style-type: none"> Disponer de equipo automático de diagnóstico. Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio. Necesita alta confiabilidad y seguridad en la operación.
Periódico	<ul style="list-style-type: none"> -Periodicidad de rutina establecida por horas trabajadas. -Cambio de partes por términos de vida útil o fuera de especificaciones. -Poco económico, pero fiable. 	<ul style="list-style-type: none"> Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio. Necesita alta fiabilidad Conocer la vida útil de partes vitales para determinar su cambio

Analítico	<ul style="list-style-type: none"> -Diagnóstico permanente (manual). -Cambio de partes por término de vida útil o fuera de especificaciones. -Fiabilidad y economía medianas. 	<p>Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio.</p> <p>Necesitar mediana fiabilidad.</p> <p>Contar con estadística que permita análisis seguros.</p>
Técnico	<ul style="list-style-type: none"> -Periodicidad de rutina establecida por horas trabajadas. -Cambio de partes por término de vida útil o fuera de especificaciones. -Fiabilidad y economía medianas. 	<p>Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio.</p> <p>Necesitar mediana fiabilidad.</p> <p>Contar con estadística que permita análisis seguros.</p>
Progresivo	<ul style="list-style-type: none"> - Periodicidad de rutina establecida por oportunidad de tiempo ocioso. -Cambio de partes por término de vida útil o fuera de especificaciones. -Económico pero poco fiable 	<p>Disponer periódicamente de cortos tiempos ociosos del equipo.</p> <p>Necesitar poca fiabilidad.</p> <p>Contar con relación de fallas y recomendaciones del fabricante, que permitan fijar fechas aproximadas de atención.</p>

Nota: La tabla 6-3 expone las características y requisitos para la aplicación de cada tipo de mantenimiento preventivo. Fuente: Dounce, E., López, C., & Dounce, J. P. (2007). *La productividad en el mantenimiento industrial* (9 ed.). México: Grupo editorial Patria.

6.6.2 Parámetros de un plan de mantenimiento preventivo

Para (Bono, 1999), “el mantenimiento industrial es una de las partes fundamentales en la industria, está cuantificado en la cantidad y calidad de la producción es por ello que permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en

los equipos. Además que ayuda a prevenir accidentes y lesiones en el trabajador, evitando en parte riesgos en área laboral”.

Según (García S. , 2016), un plan de mantenimiento preventivo debe constar de:

Procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección o ciclo, los procedimientos permiten insertar detalles de liberación de máquina o equipo, trabajo por hacer, diagramas a utilizar, planos de la máquina, ruta de lubricación, ajustes, calibración, arranque y prueba, reporte de condiciones, carta de condiciones, manual del fabricante, recomendaciones del fabricante, observaciones, etc.

Relacionar los procedimientos a la orden de trabajo y los reportes maestros individuales de mantenimiento preventivo. De ser posible utilizar o diseñar procedimientos para la ordene de trabajo correctivo, o rutinario. En algunos casos se colocan los procedimientos en un lugar específico en la máquina.

6.7 Metodología

La metodología que se emplea en esta propuesta está encaminada a minimizar la dosis de exposición de vibraciones mecánicas en personal de operación de maquinaria pesada bajo las condiciones evaluadas de este riesgo, así enfocándose a la fuente, medio y receptor.

Cabe recalcar que la propuesta se fundamenta en teorías de ingeniería por lo que la implementación del plan de mantenimiento preventivo no solo se basa en la calidad de servicio que proporciona la maquinaria, herramienta o equipo sino también en la vigilancia a la salud de los trabajadores de dicha maquinaria ya que el valor de exposición A(8) es mayor que el valor de acción y el valor límite permitido para el ser humano que se expone a vibraciones mecánicas durante su jornada laboral.

Figura 6-1 Metodología para el plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada que genera vibraciones mecánicas en la EPM- GIDSA

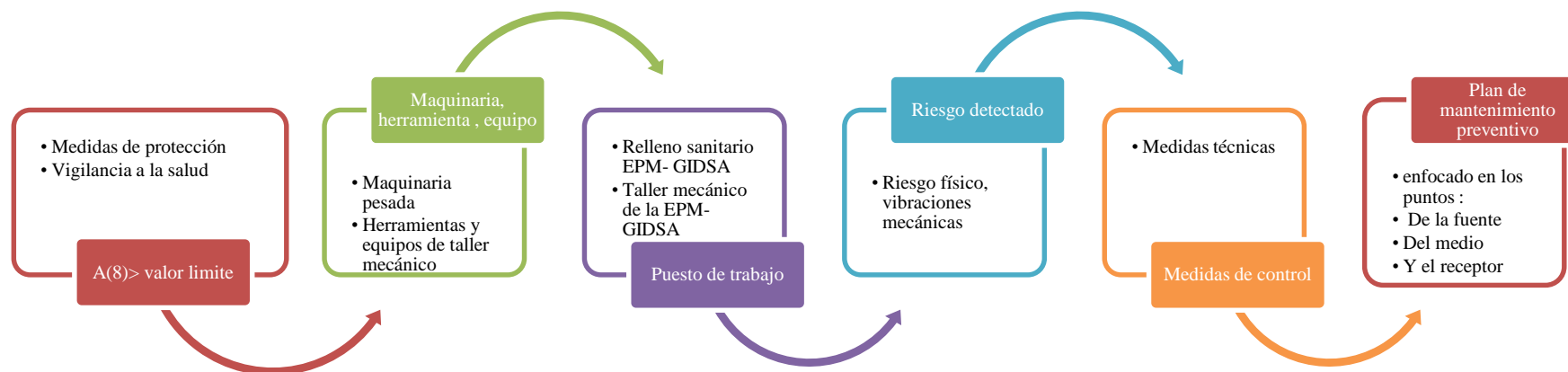


Figura 6-1 expone la metodología que se emplea para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo, basado en la fuente, el medio y el receptor con el afán de minimizar la dosis de exposición a vibraciones mecánicas. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

En el plan de mantenimiento preventivo al enfocarse en los tres puntos de la seguridad industrial con el afán de reducir el riesgo y mejorar las condiciones laborales se refiere:


La fuente: Implica la maquinaria pesada que operan los choferes de carga frontal, operador de tractor conjuntamente con su ayudante y el mecánico que opera sus herramientas y equipos que proporcionan dosis de vibración mecánica no permitida, por tal razón el plan de mantenimiento se enfocará en la fuente ya que es el lugar donde se puede controlar en una parte el riesgo.

En el medio: No aplica ya que los procesos de trabajo que realizan los choferes de carga frontal, operador de tractor, ayudante de tractor y mecánico son propios de cada actividad y no pueden sufrir modificaciones solo si la empresa requiere de modificaciones se lo hará.

Receptor: Por medio de capacitaciones y charlas referentes a temas de vibraciones mecánicas, uso de equipo de protección personal para este riesgo y en general se pretende salvaguardar al trabajador que opera maquinaria pesada de las dosis de exposición no permitidas y además con esto se estará mejorando las condiciones laborales de los trabajadores.

6.8 Desarrollo de la propuesta

A continuación se desarrolla la propuesta de este proyecto de investigación con el fin de dar a conocer a los beneficiarios sobre los parámetros de un mantenimiento preventivo. Con la aprobación del EPM – GIDSA se elabora el plan de mantenimiento preventivo así como gracias a la colaboración de los implicados en este riesgo, este plan además de minimizar la dosis de exposición a vibraciones mecánicas y mejorar las condiciones laborales de los trabajadores presenta beneficios de costos en lo que se refiere a paros de producción por fallas de maquinaria pesada así como de herramientas y equipos.

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Introducción	Página: 1 de 3	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

6.8.1 Introducción

1. Alcance

Este plan de mantenimiento preventivo abarca a los puestos de trabajo con presencia de vibraciones mecánicas generadas por la operación de maquinaria pesada del EPM- GIDSA.


2. Misión

La EPM – GIDSA presta servicio de calidad en la gestión integral de desechos sólidos del cantón Ambato que contribuyen a mantener la salud, bienestar de los habitantes y la protección del ambiente, con la participación activa de la ciudadanía y utilizando efectivamente el talento humano y los recursos.

3. Visión

La EPM-GIDSA hasta el 2020 será una empresa sustentable, innovadora, tecnificada y referente como modelo en la gestión integral de desechos sólidos, siendo un ente facilitador de la reducción, reutilización y reciclaje, contribuyendo conjuntamente con la ciudadanía al equilibrio ecológico.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Introducción	Página: 2 de 3	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

4. Objetivos estratégicos del EPM - GIDSA

Reducir la cantidad de desechos sólidos para la disposición final en el relleno sanitario.

- Separar adecuadamente los desechos sólidos desde la fuente hasta su disposición final.
- Procesamiento y comercialización los desechos sólidos generados recolectados.
- Alianzas con el sector privado para la recolección, clasificación, procesamiento y comercialización de desechos.
- Optimizar la disposición final de los desechos sólidos no reciclables.


Asegurar la continuidad, sostenibilidad y crecimiento de cobertura de los servicios.

- Servicio de recolección
- Gestión del relleno sanitario.
- Gestión del mantenimiento.
- Gestión del barrido y limpieza

Acreditar a la empresa como modelo de gestión.

- Obtener la certificación ISO 9000 e ISO 14000

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Introducción	Página: 3 de 3	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

- Gestión del talento humano.
- Gestión administrativa/tecnológica.

5. Responsables del plan

Gerente

Responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo


Jefe de mantenimiento

Chofer de carga frontal

Operador de tractor

Mecánico

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Inventario	Página: 1 de 8	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

6.8.2 Inventario jerarquizado de conservación

1. Definiciones

1.1 Inventario jerarquizado

Según (Dounce, López, & Dounce, 2007), explica que “toda planeación de la conservación industrial debe empezar con el inventario jerarquizado, por lo que al tomar el índice ICGM, se entiende la importancia del código de la máquina que al combinarlo con el principio de Pareto permite obtener la jerarquización del inventario” (p. 98).

1.2 Índice ICGM


Por medio del índice ICGM se determina cuáles son los recursos vitales, cuales son de transición o importantes y cuáles son los triviales, de tal manera que este índice permite clasificar los gastos de conservación interrelacionando los recursos sujetos a estos trabajos con la clase o tipo de trabajo por desarrollar en ellos.

El índice ICGM esta expresado por la ecuación 6.1:

$$\text{Índice ICGM} = \text{Código máquina} * \text{Código de trabajo} \quad \text{Ecuación 6.1}$$

Estos dos parámetros que implica esta ecuación están definidos por:

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Inventario	Página: 2 de 8	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

Código de la maquina = Identifica los recursos por atender.

Código de trabajo= identifica cada tipo de trabajo para realizar en dichos recursos.


Para obtener un inventario jerarquizado es necesario definir el código de la maquina según su nivel de importancia como detalla la tabla 6- 4.

Tabla 6-4 Criterios para la elaboración del código de la máquina

Código de la máquina	Concepto
10	Recursos vitales
9	Recursos importantes
8	Recursos duplicados situados en la línea de producción
7	Recursos que intervienen de forma directa en la producción
6	Recursos auxiliares de producción sin remplazo
5	Recursos auxiliares de producción con remplazo
4	Recursos de embalaje y pintura
3	Equipos generales
2	Edificios para la producción y sistemas de seguridad
1	Edificios e instalaciones estéticas

Nota: La tabla 6-4 expone el código de la maquina según el nivel de importancia para elaborar la conservación de dicha maquinaria. Fuente: Dounce, E., López, C., & Dounce, J. P. (2007). *La productividad en el mantenimiento industrial* (9 ed.). México: Grupo editorial Patria.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Inventario	Página: 3 de 8	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

De igual manera que el código de la maquina se hace para el código de trabajo como se muestra en la tabla 6-5.

Tabla 6-5 Criterios para la elaboración del código de trabajo

Código de trabajo	Descripcion de trabajos
10	Paros
9	Acciones preventivas urgentes
8	Trabajos de auxilio a producción
7	Acciones preventivas no urgentes
6	Acciones preventivas generales
5	Acciones rutinarias
4	Acciones para mejoría de la calidad
3	Acciones para la disminución del costo
2	Acciones de salubridad y estática
1	Acciones de aseo y orden

Nota: La tabla 6-5 expone el código del trabajo según el nivel de importancia para elaborar la conservación de dicha maquinaria. Fuente: Dounce, E., López, C., & Dounce, J. P. (2007). *La productividad en el mantenimiento industrial* (9 ed.). México: Grupo editorial Patria.

2. Detalle del inventario de maquinaria pesada del EPM – GIDSA que genera vibraciones mecánicas

El inventario jerarquizado de la maquinaria pesada que presenta la empresa pública GIDSA, que genera vibraciones mecánicas al personal que la ópera en los puestos de trabajo del relleno sanitario y taller mecánico son los que se en la tabla 6-6.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------



	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Inventario	Página: 4 de 8	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

Tabla 6-6 Inventario de conservación con código de la máquina

	Inventario de maquinaria pesada y herramientas que generan vibraciones mecánicas		
	Departamento de mantenimiento		
Recurso por conservar	Cantidad	Clave de identificación	Código de máquina
Cargadora JHON DEERE 624J (carga frontal)	2	RS-C624J-1 RS-C624J-2	9
Cargadora CASE 721C (carga frontal)	2	RS-C721C-3 RS-C721C-4	9
Tractor de oruga JHON DEERE 750J	4	RS- TO750J-5 RS- TO750J-6 RS- TO750J-7 RS- TO750J-8	9
Amoladora Bosch	2	TM- AGWS11125-9 TM- AGWS11125-10	4
Soldadora Miller	1	TM- SCST280-11	6
Pistola Neumática Para Tuercas	1	TM – PNDSS3/4”H-12	4

La clave de identificación de la maquinaria pesada y herramientas que generan vibraciones mecánicas están en el orden de: Puesto de trabajo – Clase de equipo – Número consecutivo. Y el código de la máquina según el nivel de importancia.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------




	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Inventario	Página: 5 de 8	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

Tabla 6-7 Clasificación por nivel de prioridad de maquinaria pesada para su conservación

	Inventario de maquinaria pesada y herramientas que generan vibraciones mecánicas			
	Clasificación por nivel de prioridad			
Recurso por conservar	Clave de identificación	Código máquina	% acumulación	Clasificación
Cargadora JHON DEERE 624J (carga frontal)	RS-C624J-1	9	66,67%	Vitales
	RS-C624J-2	9		
Cargadora CASE 721C (carga frontal)	RS-C721C-3	9		
	RS-C721C-4	9		
Tractor de oruga JHON DEERE 750J	RS- TO750J-5	9		
	RS- TO750J-6	9		
	RS- TO750J-7	9		
	RS- TO750J-8	9		
Soldadora Miller	TM- SCST280-11	6	8,33%	Importantes

A continuación se detalla el nivel de prioridad de las herramientas que generan vibraciones mecánicas de la tabla 6-7.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Inventario	Página: 6 de 8	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

Continuación de la tabla 6-7.

Amoladora Bosch	TM- AGWS11125-9	4	25%	Triviales
	TM- AGWS11125-10	4		
Pistola Neumática Para Tuercas	TM – PNDSS3/4”H-12	4		
Totales		12	100,00%	

Figura 6-2 Histograma de Pareto de la maquinaria pesada de la EPM - GIDSA

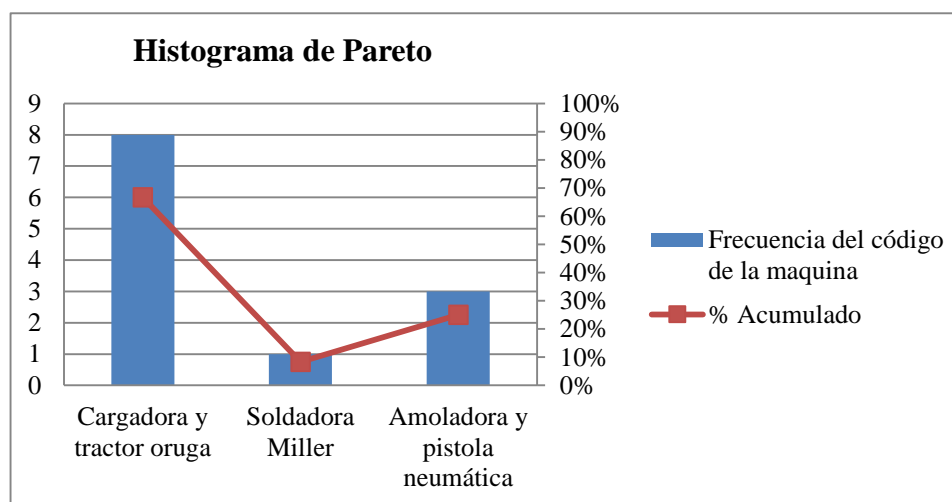




Figura 6-2 Distribución de Pareto de la maquinaria pesada y herramientas con vibraciones mecánicas. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Inventario	Página: 7 de 8	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00


A continuación se elabora el inventario por código de trabajo de la maquinaria pesada y herramientas que generan vibraciones mecánicas en la EPM- GIDSA.

Tabla 6-8 Inventario de conservación con código de trabajo

	Inventario de maquinaria pesada y herramientas que generan vibraciones mecánicas		
	Departamento de mantenimiento		
Recurso por conservar	Cantidad	Clave de identificación	Código de Trabajo
Cargadora JHON DEERE 624J (carga frontal)	2	RS-C624J-1 RS-C624J-2	10
Cargadora CASE 721C (carga frontal)	2	RS-C721C-3 RS-C721C-4	10
Tractor de oruga JHON DEERE 750J	4	RS- TO750J-5 RS- TO750J-6 RS- TO750J-7 RS- TO750J-8	10
Amoladora Bosch	2	TM- AGWS11125-9 TM- AGWS11125-10	5
Soldadora Miller	1	TM- SCST280-11	6
Pistola Neumática Para Tuercas	1	TM – PNDSS3/4”H-12	4

Con los datos proporcionados por la tabla 6-6 y 6-8 se procede a calcular el índice ICGM.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Inventario	Página: 8 de 8	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00


Por lo tanto el grado de prioridad a conservar de la maquinaria pesada y herramientas de taller mecánico que generan vibraciones mecánicas al personal que la opera esta maquinaria y herramientas son las que detalla la tabla 6-9.

Tabla 6-9 Cálculo del Índice ICGM

Recursos por conservar	Código de la máquina	Código de trabajo	Índice ICGM	Prioridad
Cargadora JHON DEERE 624J (carga frontal)	9	10	90	Primero
Cargadora CASE 721C (carga frontal)	9	10	90	Primero
Tractor de oruga JHON DEERE 750J	9	10	90	Primero
Amoladora Bosch	4	5	20	Tercero
Soldadora Miller	6	6	36	Segundo
Pistola Neumática Para Tuercas	4	4	16	Cuarto

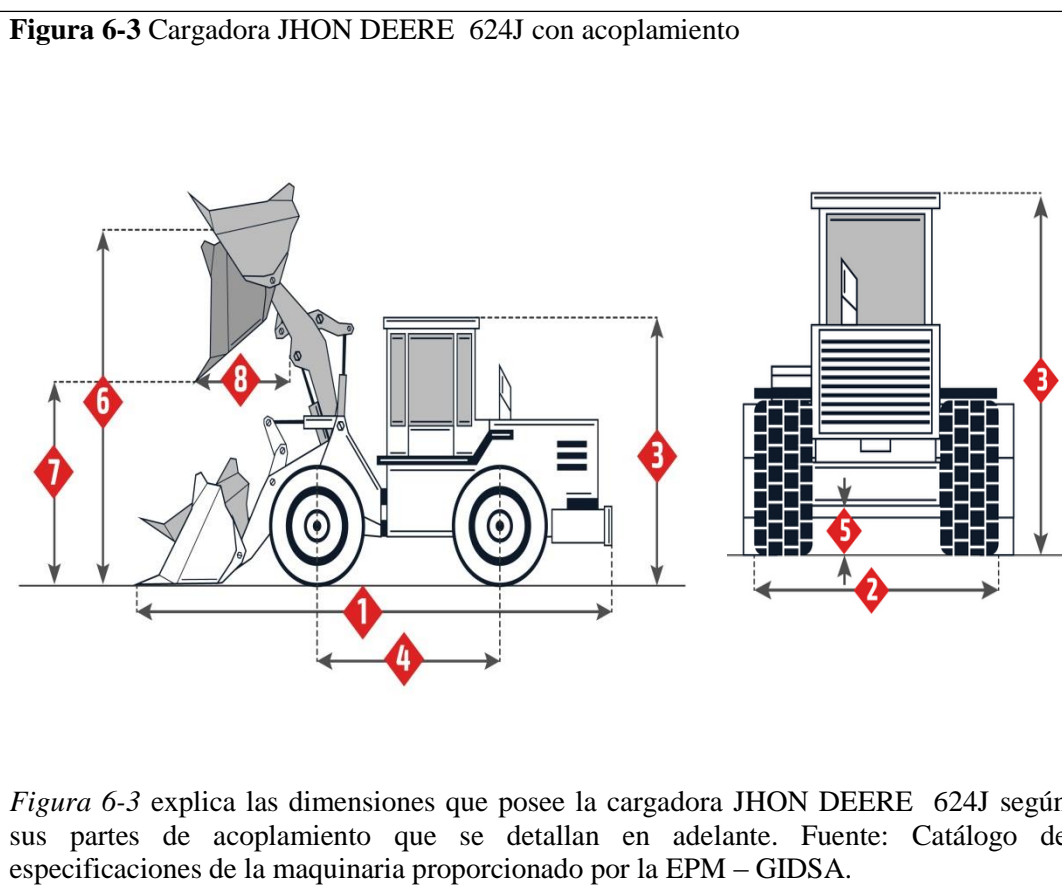
La prioridad que se da según el índice de clasificación para los gastos de conservación (ICGM), en primer lugar es para la cargadora y tractor de oruga seguida de la soldadora y por último la amoladora y la pistola neumática, según el recurso y el trabajo a ejercer por la maquinaria y herramientas.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------


	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código: P. M. P. 000
	Documento: Características y funcionamiento Página: 1 de 22	Revisión: 00
Fecha: Mayo 2016		

6.8.3 Características y funcionamiento de la maquinaria pesada y herramientas que generan vibraciones mecánicas

1. Cargadora JHON DEERE 624J (carga frontal)



Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 2 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

1.1 Características

Transmisión

- Tipo de transmisión: Transmisión automática con cambio de fuerza de velocidades
- Número de marchas adelante: 4
- Numero de marchas atrás: 3
- Velocidad máxima adelante: 39.6 km/h
- Velocidad máxima marcha atrás: 25.8 km/h

Sistema hidráulico

- Presión de válvula de regulación: 25320 kPa
- Capacidad de la bomba: 227 l/min
- Tiempo de elevación: 5.8 seg.
- Tiempo de descarga: 1.7 seg.
- Tiempo de bajada: 2.8 seg.
- Tipo de bomba: bomba de émbolo axial de cilindrada variable

Pala

- Fuerza de arranque: 115.1 kN

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 3 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

- Despeje sobre el suelo de descarga a máxima elevación: 2790 mm
- Ancho de la pala: 2590.8 mm
- Capacidad de la pala colmada: 2.3 m³


Motor

- Fabricante: John Deere
- Modelo: 6068H
- Potencia efectiva: 147.6 kW
- Potencia medida en: 1800 RPM.
- Cilindrada: 6.8 l.
- Momento de fuerza tomado en: 1600 RPM.
- Momento de fuerza máximo: 837 Nm
- Número de cilindros: 6
- Margen del momento de fuerza: 55 %
- Aspiración: Turbocompresor con enfriador del aire inyectado con ayuda de aire contrario

Explotación

- Peso útil: 16011 kg
- Volumen de combustible: 352 l.
- Volumen del fluido del sistema hidráulico: 119 l.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------


	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 4 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

- Volumen del aceite del motor: 21 l.
- Volumen del fluido del sistema refrigerante: 27 l.
- Volumen del fluido del sistema de transmisión: 23 l.
- Volumen del fluido del eje delantero/ diferencial: 22 l.
- Volumen del fluido del eje trasero/ diferencial: 17 l.
- Peso límite del equilibrio estático: 10819 kg
- Radio de giro: 5181.6 mm
- Tensión de funcionamiento: 24 V
- Amperaje del generador: 80 amperios
- Balanceo del eje trasero: 24 grados
- Tamaño del neumático: 20.5 R25

Dimensiones

- **1:** longitud con la pala a nivel del suelo: 7850 mm
- **2:** anchura entre neumáticos: 2582 mm
- **3:** altura hasta la parte superior de la cabina: 3330 mm
- **4:** eje de ruedas: 3020 mm
- **5:** Despeje sobre el suelo: 430 mm
- **6:** altura máxima hasta el codo del brazo: 4010 mm
- **7:** Despeje sobre el suelo de descarga a máxima elevación: 2790 mm

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 5 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

1.2 Funcionamiento

Pala o cucharón. Es un depósito donde se acumula el material recolectado. La caja se articula en sus piezas de montaje en los brazos de apoyo.

Cuchilla. La caja tiene en su parte pegada al suelo una cuchilla para ayudar a penetrar dentro del material y separarlo del suelo, raspando la superficie de éste.

Brazos de apoyo. Son dos piezas, una a cada lado del tractor, articuladas al chasis del mismo, en las cuales bascula la caja o cucharón.

Cilindros hidráulicos. Hay dos cilindros hidráulicos, uno en cada uno de los brazos de apoyo, que sirven para elevarlos y bajarlos durante el proceso de levante y descarga del material.

Otro cilindro hidráulico está colocado en la misma estructura de los brazos, en su parte central, y sirve para inclinar hacia delante o hacia atrás la caja o cucharón tanto durante el proceso de recogida del material como al elevar éste, de modo que no se derrame, y después para descargarlo.

2. Cargadora CASE 721C

La cargadora CASE 721C de carga frontal posee las siguientes características y su tipo de funcionamiento como se detalla a continuación.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------


	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 6 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Figura 6-4 Cargadora CASE 721C con acoplamiento

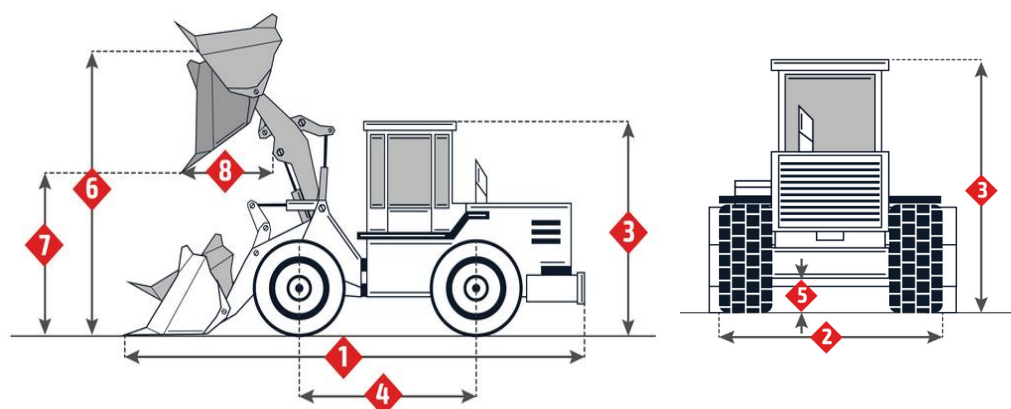



Figura 6-4 explica las dimensiones que posee la cargadora CASE 721C según sus partes de acoplamiento que se detallan en adelante. Fuente: Catálogo de especificaciones de la maquinaria proporcionado por la EPM – GIDSA.

2.1 Características

Transmisión

- Tipo de transmisión: 4F / 3R (4 delanteras / 3 marchas hacia atrás) es proporcional con el módulo de control electrónico, con la medida de fuerza neto, cambio automático / manual de velocidades y modulación.
- Número de marchas adelante: 4
- Numero de marchas atrás: 3
- Velocidad máxima adelante: 38.9 km/h

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 7 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

- Velocidad máxima marcha atrás: 27.5 km/h

Sistema hidráulico

- Presión de válvula de regulación: 132.9 kPa
- Capacidad de la bomba: 70.4 l/min
- Tiempo de elevación: 5.4 seg.
- Tiempo de descarga: 1.8 seg.
- Tiempo de bajada: 5.1 seg.
- Tipo de bomba: bombas con aletas dobles

Pala

- Fuerza de arranque: 35005 libra.
- Despeje sobre el suelo de descarga a máxima elevación: 3010 mm
- Ancho de la pala: 2620 mm
- Capacidad de la pala colmada: 1.9 m³

Motor

- Fabricante: Case
- Modelo: 6T-830
- Potencia efectiva: 113.3 kW

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------


	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 8 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

- Potencia medida en: 2200 RPM.
- Cilindrada: 8.3 l.
- Momento de fuerza tomado en: 1300 RPM.
- Momento de fuerza máximo: 738.9 Nm
- Número de cilindros: 6
- Margen del momento de fuerza: 41 %
- Aspiración: Turboalimentación

Explotación

- Peso útil: 13439.9 kg
- Volumen de combustible: 204 l.
- Volumen del fluido del sistema hidráulico: 153.3 l.
- Volumen del aceite del motor: 20.8 l.
- Volumen del fluido del sistema refrigerante: 32.2 l.
- Volumen del fluido del sistema de transmisión: 12.3 l.
- Volumen del fluido del eje delantero/ diferencial: 28 l.
- Volumen del fluido del eje trasero/ diferencial: 22 l.
- Peso límite del equilibrio estático: 10533 kg
- Radio de giro: 5250 mm
- Tensión de funcionamiento: 24 V
- Amperaje del generador: 65 amperios
- Balanceo del eje trasero: 24 grados

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 9 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

- Tamaño del neumático: 20.5-25 L3

Dimensiones

- **1:** longitud con la pala a nivel del suelo: 6890 mm
- **2:** anchura entre neumáticos: 2530 mm
- **3:** altura hasta la parte superior de la cabina: 3260 mm
- **4:** eje de ruedas: 2900 mm
- **5:** despeje sobre el suelo: 419 mm
- **6:** altura máxima hasta el codo del brazo: 3810 mm
- **7:** despeje sobre el suelo de descarga a máxima elevación: 3010 mm
- **8:** alcance máximo de elevación y de descarga: 953 mm


2.2 Funcionamiento

El principio de funcionamiento de la cargadora CASE 721C se basa en la cargadora JHON DEERE 624J.

Pala o cucharón. Es un depósito donde se acumula el material recolectado. La caja se articula en sus piezas de montaje en los brazos de apoyo.

Cuchilla. La caja tiene en su parte pegada al suelo una cuchilla para ayudar a penetrar dentro del material y separarlo del suelo, raspando la superficie de éste.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 10 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Brazos de apoyo. Son dos piezas, una a cada lado del tractor, articuladas al chasis del mismo, en las cuales bascula la caja o cucharón.

Cilindros hidráulicos. Hay dos cilindros hidráulicos, uno en cada uno de los brazos de apoyo, que sirven para elevarlos y bajarlos durante el proceso de levante y descarga del material.

Otro cilindro hidráulico está colocado en la misma estructura de los brazos, en su parte central, y sirve para inclinar hacia delante o hacia atrás la caja o cucharón tanto durante el proceso de recogida del material como al elevar éste, de modo que no se derrame, y después para descargarlo.

3. Tractor de oruga JHON DEERE 750J

El Tractor topador 750J, tiene su control total de la máquina (TMC) de última generación permite que el operador personalice la operación y la respuesta de la máquina de acuerdo con las preferencias personales.

Al contar con un tren de fuerza hidrostático completo y sorprendentemente suave, el tractor topador John Deere 750J brinda una potencia, un control y unos resultados insuperables.

Sus características se detallan a continuación:

Validado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha Vigencia:
EPM - GIDSA	Responsable de SST	Gerente	25-05-2016


	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 11 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Figura 6-5 Tractor de oruga JHON DEERE 750J

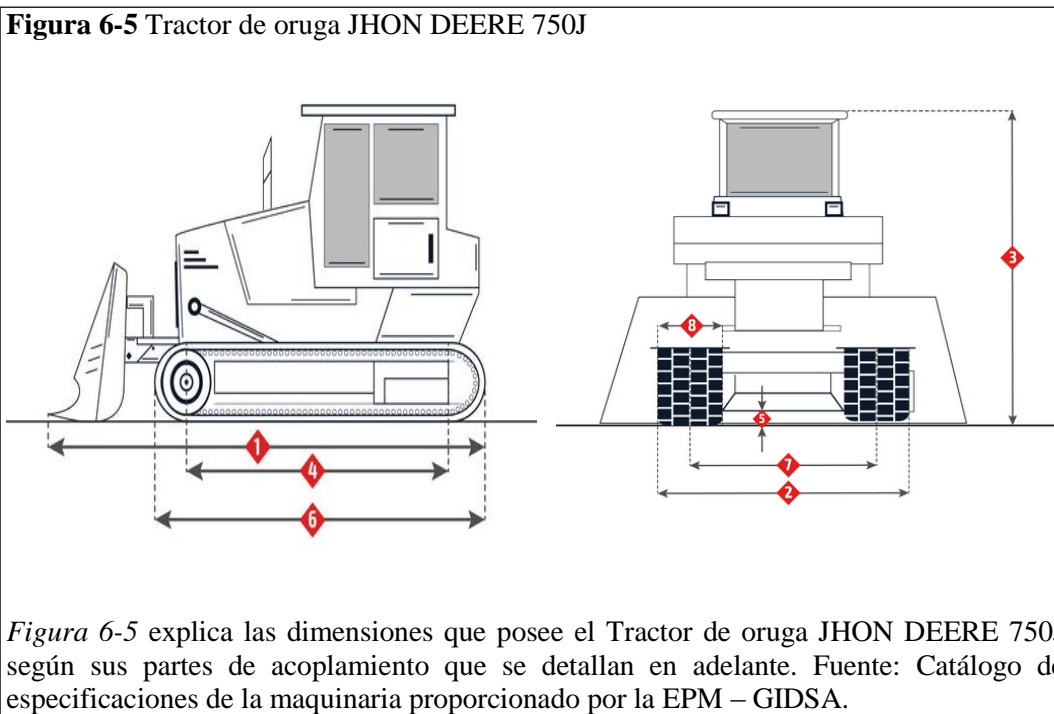


Figura 6-5 explica las dimensiones que posee el Tractor de oruga JHON DEERE 750J según sus partes de acoplamiento que se detallan en adelante. Fuente: Catálogo de especificaciones de la maquinaria proporcionado por la EPM – GIDSA.

3.1 Características

Tren de rodaje

- Presión específica sobre el suelo: 49.9 kPa
- Área de contacto con el suelo: 2.9 m²
- Tamaño de una zapata estándar: 560 mm
- Número de zapatas de un lado: 40
- Número de cojinetes a cada lado: 7

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 12 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

- Paso de cadena de la oruga: 190 mm
- Ancho de vía: 1880 mm

Trasmisión

- Tipo de transmisión: Transmisión hidrostática
- Velocidad máxima hacia adelante: 10.1 km/h
- Velocidad máxima marcha atrás: 10.1 km/h

Sistema hidráulico

- Tipo de bomba: bomba de pistón
- Presión de la válvula de regulación: 24993.5 kPa
- Capacidad de la bomba: 143.8 l/min

Motor

- Fabricante: John Deere
- Modelo: 6068H
- Potencia efectiva: 108 kW
- Potencia medida en: 2100 RPM.
- Cilindrada: 6.8 l.
- Momento de fuerza tomado en: 1400 RPM.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 13 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

- Momento de fuerza máximo: 677.9 Nm
- Número de cilindros: 6
- Aspiración: Turboalimentación con enfriamiento posterior del aire (radiador de refrigeración)


Explotación

- Peso útil: 14778 kg
- Volumen de combustible: 371 l.
- Volumen del fluido del sistema hidráulico: 105.6 l.
- Volumen del aceite del motor: 26.5 l.
- Volumen del fluido del sistema refrigerante: 21.6 l.
- Volumen del fluido de la unidad de potencia: 105.6 l.
- Volumen del fluido de la última marcha: 15.1 l.
- Peso límite del equilibrio estático: 10533 kg
- Tensión de funcionamiento: 24 V
- Amperaje del generador: 80 amperios

Dimensiones

- **1:** Longitud con cuchilla: 4990 mm
- **2:** Distancia entre las cadenas de la oruga: 2438 mm
- **3:** Altura hasta la parte superior de la cabina: 3095 mm

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 14 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00


- **4:** Longitud de la cadena de la oruga a nivel del suelo: 2592 mm
- **5:** Despeje sobre el suelo: 356.9 mm
- **6:** Ancho de vía: 1880 mm
- **7:** Tamaño de una zapata estándar: 560 mm

3.2 Funcionamiento

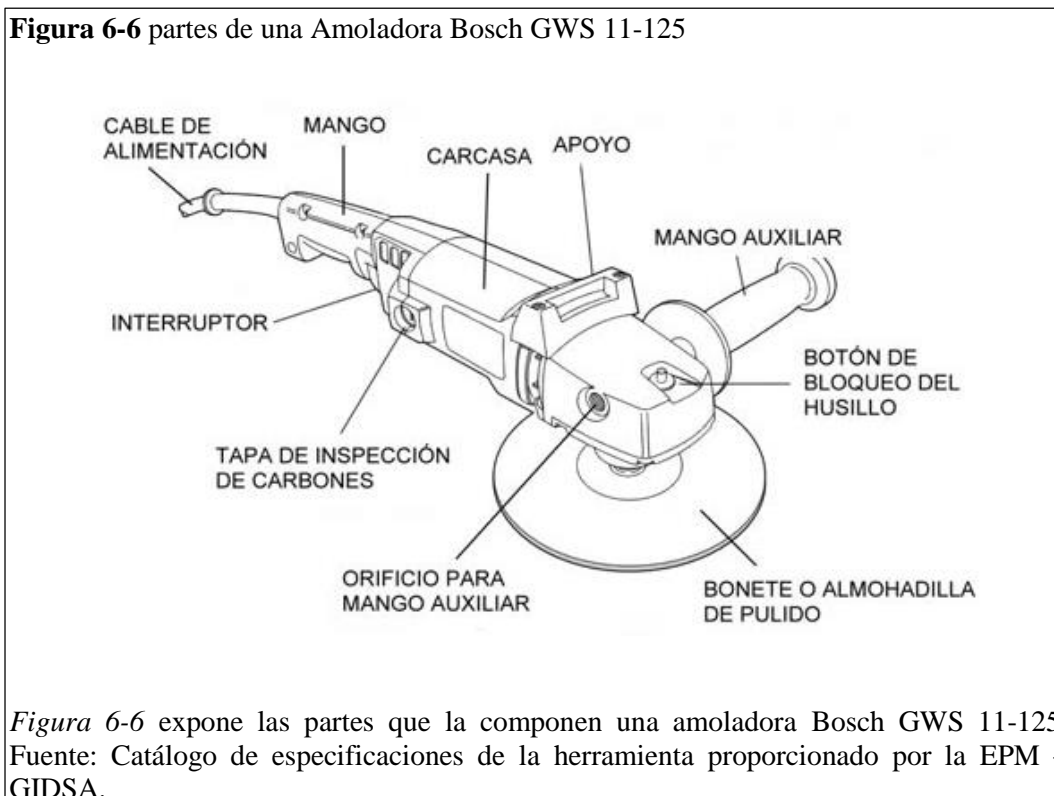
El tractor oruga está compuesto de cadena modular enlaces que forman una cadena cerrada. La oruga está fijada en el suelo por ruedas interiores, llamadas bogíes. Montadas en una suspensión los bogíes que amortigua el viaje. Las orugas se mueven en una rueda motriz dentada, o en una transmisión por cadena, que se conecta a los hoyos en los enlaces de las orugas. Además, un non-powered wheel, también conocido como ruedas guías, es montado en un o los dos lados de las orugas para incrementar la tensión, permitiendo que las orugas se muevan más suavemente.

La cuchilla de bulldózer es operado con hidráulica y está disponible en tres diferentes modelos: una cuchilla derecha sin ninguna curva lateral o alas a los lados, y es usada en nivelación refinada. La cuchilla universal es alta y curva con grandes alas laterales que le permiten levantar un cargamento pesado. La combinación derecha-universal cuchilla une los dos estilos, capacidad de retención, y curvatura, pero menos extrema en las dos. Es usada principalmente para empujar grandes rocas amontonadas.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 15 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

4. Amoladora Bosch GWS 11-125



4.1 Características

- Potencia absorbida: 1.100 W
- Motor champion
- Velocidad de giro en vacío: 11.500 rpm
- Potencia útil: 740 W
- Rosca del husillo portamuela: M 14

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 16 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

- Ø del disco: 125 mm
- Plato lijador de goma, Ø: 125 mm
- Cepillo de vaso, Ø: 75 mm
- Caperuza protectora con seguro contra torsión
- Bloqueo del interruptor
- Refrigeración directa
- Peso: 2,2 Kg

4.2 Funcionamiento

La amoldadora de Bosch para profesionales GWS 11-125 es la maquina más duradera de su clase. Su motor de alta potencia de 1.100 W consigue un avance de trabajo más rápido. Gran eficiencia de trabajo gracias a la larga vida útil y duración de las escobillas. Además su forma ergonómica nos ofrece el máximo control en diferentes posiciones de sujeción. La desbarbadora Bosch consigue un enfriamiento directo para una elevada capacidad de sobrecarga y una larga vida útil.

Caperuza protectora con seguro contra torsión: para ajustes rápidos y sencillos, además de una mayor protección El cabezal del engranaje puede girarse en pasos de 90° La empuñadura puede colocarse a la izquierda o a la derecha.

La amoladora Bosch es una herramienta que se utiliza en el taller mecánico y que genera vibraciones mecánicas al personal que la opera.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 17 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

5. Soldadora Miller CST 280

Figura 6-7 Soldadora Miller CST 280



Figura 6-7 muestra la soldadora Miller CST 280 que se utiliza para reparaciones de la maquinaria pesada. Fuente: Catálogo de especificaciones de la herramienta proporcionado por la EPM – GIDSA.

5.1 Características

Aplicaciones industriales

- Construcciones de plantas energéticas
- Construcción de plantas petroquímicas
- Mantenimiento y reparaciones industriales

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento	Página: 18 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

Procesos

- ElectrodoS convencionales
- SMAW
- TIG (GTAW)


Especificaciones

- Alineación: trifásica y monofásica
- Rango de amperaje: 5 – 280 Amp.
- Voltaje máximo a circuito abierto: 79 V
- Peso: 41 libras.

Figura 6-8 especificaciones de la soldadora Miller CST 280

Descripción	Modo de soldadura	Alimentación	Corriente nominal de salida	Rango de Amperaje de soldadura	OCV	Entrada en Amp. 50/60 Hz, a la carga nominal de salida								Dimensiones	Peso neto	
						208 V	220 V	230 V	400 V	440 V	460 V	575 V	KVA			KW
CST-280, 220-230/460-575 Dinse CST-280, 220-230/460-575 Tweco	Electrodos (SMAW) TIG (GTAW)	Trifásica	280 Amp. a 31.2 V, ciclo de trabajo 35%	5-280 A	77 VCD	—	35	34.2	—	—	17.8	14.7	14.6	10.2	Altura: 13-1/2" (343 mm) Ancho: 7-1/2" (191 mm) Profundidad: 18" (457 mm)	41 libras (18.6 kg)
			200 Amp. a 28 V, ciclo de trabajo 100%			—	23.3	22.5	—	—	11.7	9.7	9.6	6.4		
	Monofásica	200 Amp. a 28 V, ciclo de trabajo 50%*	—	43.9	43	—	—	—	—	10.1	6.6					
		150 Amp. a 26 V, ciclo de trabajo 100%*	—	32.7	32	—	—	—	—	7.3	4.6					
CST-280, 208-230/400-460 Dinse CST-280, 208-230/400-460 Tweco	Electrodos (SMAW) TIG (GTAW)	Trifásica	280 Amp. a 31.2 V, ciclo de trabajo 35%	5-280 A	67 VCD	36	—	34	19.8	18	17.5	—	14	10.2	Altura: 13-1/2" (343 mm) Ancho: 7-1/2" (191 mm) Profundidad: 18" (457 mm)	41 libras (18.6 kg)
			200 Amp. a 28 V, ciclo de trabajo 100%			23.5	—	22.8	13.5	12	12.7	—	10.2	6.9		
	Monofásica	200 Amp. a 28 V, ciclo de trabajo 50%*	43.9	—	43	—	—	—	—	9.9	6.5					
		150 Amp. a 26 V, ciclo de trabajo 100%*	35	—	32.9	—	—	—	—	7.6	4.8					

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 19 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

5.2 Funcionamiento


Figura 6-9 Funcionamiento de la soldadora Miller CST 280

<p>Mejor desempeño del arco: incluso con electrodos difíciles de trabajar como el E6010.</p> <p>Hot Start™ adaptativo para el inicio del arco con electrodos convencionales: aumenta automáticamente el amperaje de salida al inicio de la soldadura si así lo requiere. Evita el pegado del electrodo y la creación de inclusiones.</p> <p>Lift-Arc™: permite el arranque del arco en TIG sin utilizar alta frecuencia.</p> <p>Fácil de instalar: su nuevo interruptor en la parte posterior externa del equipo, permite cambiar el rango alto o bajo del voltaje de la máquina. Además, se puede cambiar el voltaje de alimentación sin retirar la máquina de los racks para fuentes de poder.</p>	<p>Racks opcionales para 4 máquinas: disponibles para aplicaciones con varios operarios. Habitualmente se usan en la industria de la construcción y astilleros. Todos los controles de la CST, incluido el de encendido, están ubicados en el frente de la máquina para su fácil acceso.</p> <p>Portátil: con sólo 41 libras (18.6 kg) de peso, la CST 280 puede llevarse de un lado a otro, ya sea en el taller o en la obra.</p> <p>Control remoto de amperaje: provisto mediante su receptáculo de 14 pines en el frente de la máquina. Permite utilizar controles remotos de amperaje estándar.</p> <p>Conectores tipo Tweco® o Dinse: disponibles para la CST 280.</p> <p>Incluye cable de alimentación de 6 pies (1.8 m).</p>
--	--

Figura 6-9 muestra el funcionamiento de la soldadora Miller CST 280 que se utiliza para reparaciones de la maquinaria pesada. Fuente: Catálogo de especificaciones de la herramienta proporcionado por la EPM – GIDSA.

La soldadora Miller CST 280 se utiliza para las reparaciones de la maquinaria pesada que operan los choferes de carga frontal pero al mismo tiempo afecta con las vibraciones que genera al utilizar esta máquina para ejecutar trabajos de mantenimiento.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 20 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

6. Pistola Neumática Para Tuercas

Figura 6-10 Pistola neumática DSS 3/4" H



Figura 6-10 muestra la pistola neumática DSS ¾" H que se emplea en el taller mecánico para los neumáticos de la maquinaria pesada. Fuente: Catálogo de especificaciones de la herramienta proporcionado por la EPM – GIDSA.

6.1 Características

Pistola de alta potencia y rapidez de trabajo, hasta M27.

Mecánica robusta y equilibrada con carcasa de aluminio.

Empuñadura ergonómica revestida de goma, cambio de sentido izquierda y derecha, y gatillo regulable. Muy ligera y fácil de manejar. Evita el efecto “manos frías”.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 21 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Sistema de impacto de alta calidad en baño de aceite, con motor accionado por seis paletas. Larga vida útil gracias a la lubricación constante. Herramienta casi exenta de vibraciones.

Tabla 6-10 Características de la Pistola neumática DSS 3/4" H


Datos técnicos	
Cuadradillo	3/4"
Par fuerza de trabajo*	350 - 1.440 Nm
Par fuerza máximo	1.500 Nm
Presión óptima de trabajo al aflojar	6,3 bar
Consumo de aire	2.15 l/min
Rosca de entrada aire	G3/8"
Ø min. Interior manguera	8 mm
Nivel de ruido	96 db(A)
Dimensiones (L x A x H)	261 x 87 x 227 mm
Peso	4,73 kg

6.2 Funcionamiento

El aire comprimido se desplaza por la manguera y es sujeto a diversas operaciones de control y acondicionamiento mediante drenajes, filtros y acopladores, hasta llegar a la herramienta neumática mediante otro acoplador.


El aire a alta presión proveniente del compresor fluye en un solo sentido del circuito, empujando el pistón para que impacte en el husillo y ponga en movimiento el elemento de corte. El movimiento del elemento de corte, en combinación con la vibración de la herramienta que impacta en la superficie de trabajo provoca la inversión de una válvula en el interior del tubo de aire, lo que a su vez, invierte la dirección de circulación del aire.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Características y funcionamiento Página: 22 de 22	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Este proceso se repite una y otra vez, y se produce muy rápidamente, de modo que el pistón impacta en el husillo más de 25 veces por segundo, lo que significa que la herramienta neumática golpea unas 1.500 veces por minuto.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 1 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

6.8.4 Mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada y herramientas que generan vibraciones mecánicas en la EPM - GIDSA

1. Definiciones


Conservación contingente: Para (Dounce, López, & Dounce, 2007), la conservación contingente es aquella que “atiende de forma inmediata las emergencias que se presentan en los recursos vitales e importantes de la empresa, basándose en los planes de contingencia” (p. 70).

Conservación programada: Para (Dounce, López, & Dounce, 2007), la conservación programada es aquella que “atiende en forma programada toda labor de preservación y mantenimiento que deba ejecutarse en los equipos, instalaciones y construcciones de la empresa” (p.70).

Curva de la bañera: Según (Dounce, López, & Dounce, 2007), la gráfica de la curva de la bañera identifica el “comportamiento futuro de un equipo o conjunto de equipos, apoyándose en conceptos de probabilidad estática, de tal forma que se obtenga una descripción bastante confiable del patrón de fallas probables” (p. 142).

Tiempo de operación: Para (Dounce, López, & Dounce, 2007), tiempo de operación es “cuando el recurso está funcionando dentro de los límites de calidad de servicio estipulados” (p. 62).

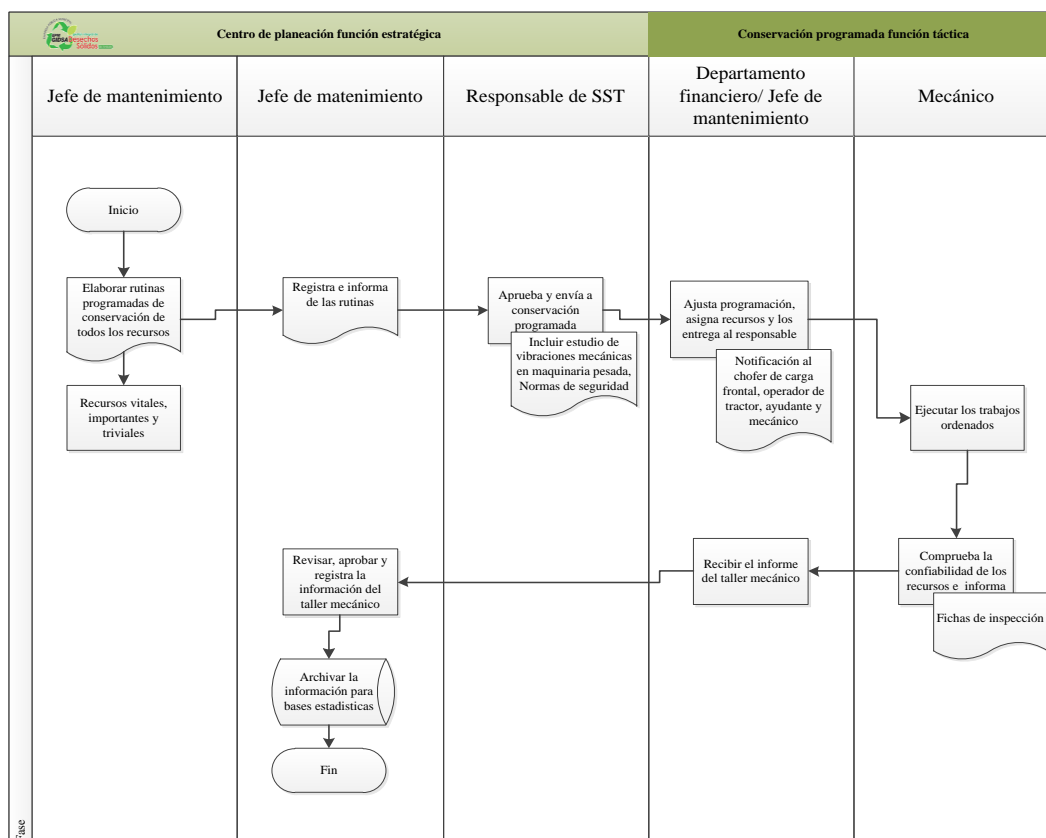
Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código: P. M. P. 000
	Documento: Mantenimiento preventivo Página: 2 de 33	Revisión: 00
Fecha: Mayo 2016		


Tiempo de paro: Para (Dounce, López, & Dounce, 2007), “es cuando por motivos no planeados, el recurso deja de funcionar dentro de los límites determinados, ocasionando pérdidas por desperdicio, deterioro excesivo del recurso, reproceso de producto e imposibilidad de uso” (p. 62).

2. Metodología para conservación programada y contingente

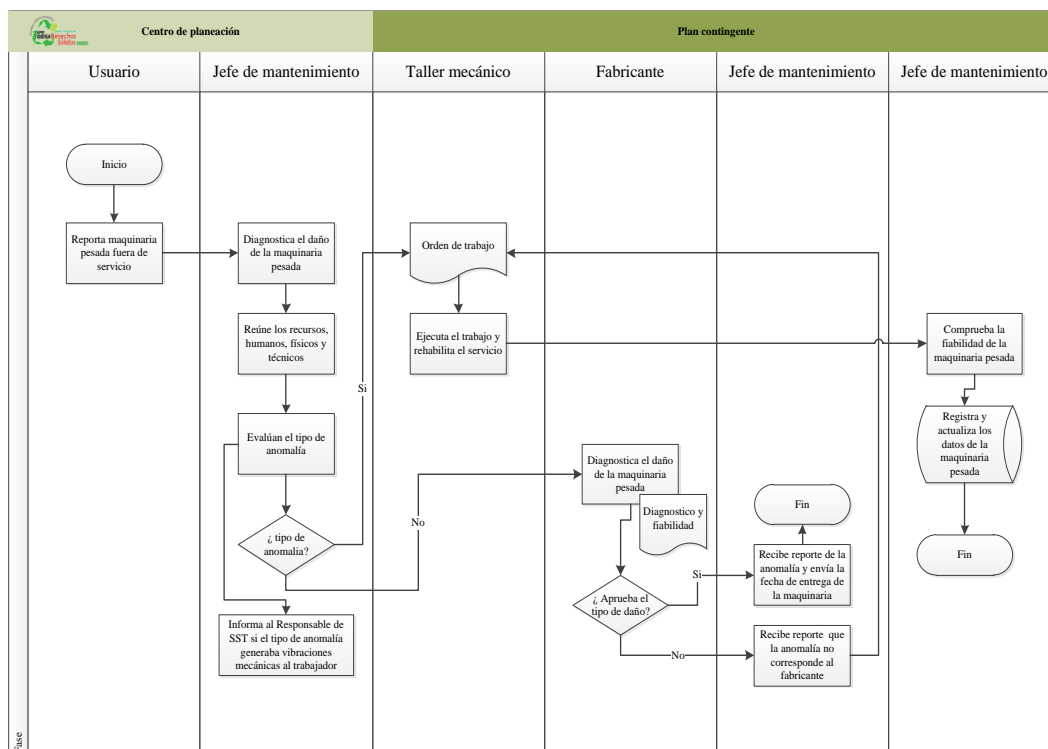
2.1 Procedimiento para conservación programada



Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código: P. M. P. 000
	Documento: Mantenimiento preventivo Página: 3 de 33	Revisión: 00
Fecha: Mayo 2016		

2.2 Procedimiento para conservación contingente




3. Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

El análisis modal de fallas y efectos AMFE es específicamente para maquinaria pesada que genera altas dosis de vibraciones mecánicas, tales como la maquinaria de carga frontal y tractor oruga.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------


Tabla 6-11 Matriz AMFE para maquinaria pesada (Carga frontal) de la EPM – GIDSA, que genera vibraciones mecánicas

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato							REG. - EPM - GIDSA. 001 - C.F					
	Modal de fallos y efectos (AMFE)												
	Responsable del proceso: Ing. María Belén Paredes			Maquinaria: Cargadora (Carga Frontal)								Simbología	
	Elaborado: Ing. María Belén Paredes		Revisado: Ing. Manolo Córdova	Aprobado:					Gravedad: G; Frecuencia: F; Detectabilidad: D				
Fecha de revisión: 08/06/2016			Fecha de aprobación: 08/06/2016										
Componente	Modo de fallo	Efectos	Causas del modo de fallo	Estado actual				Acción Correctora	Situación de mejora				
				F	G	D	IPR		F	G	D	IPR	
Sistema hidráulico	Fuga de aceite de conexiones	Fuga de aceite conexiones en 3° función	Fugas debido a la suciedad	5	2,5	1	12,5	Tapar con tapas de protección las conexiones hidráulicas si no las utilizan	2	1	2	4	
Palanca de mando	Sirgas bloqueadas	Falta de movimiento en la palanca de mando	Las sirgas están bloqueadas	4	5	4	80	Lubrique o cambie la sirga	2	1	4	8	
Pala	Conexiones hidráulicas en mal estado	Movimiento lento de la Pala	Ausencia de aceite en el sistema hidráulico	5	9	1	45	Revisar el nivel de aceite	2	2	2	8	

Bomba	Espuma en el sistema hidráulico	Filtro sucio	La bomba toma aire	4	7	4	112	Verificar tubos entre la bomba, cambio de filtros	6	3	5	90
Cilindros hidráulicos	Ruido en el sistema	Desgaste inicial en las articulaciones	Vibración excesiva	4	2	8	64	Reparaciones en las articulaciones	3	2	7	42
Válvulas	Atascamiento abierto y cerrado	Fuerza de levantamiento insuficiente	Presencia de impurezas en la válvula, defectos en el resorte de la válvula	3	5	8	120	Cambio de válvulas, revisar el ajuste de la válvula	2	3	8	48


Nota: La tabla 6-11 muestra el índice de prioridad de riesgo (IPR) que presenta la maquinaria pesada de carga frontal que genera vibraciones mecánicas a los operarios de esta maquinaria, así, necesitando conservación de manera inmediata en la Bomba y en las válvulas ya que el índice es elevado. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Tabla 6-12 Matriz AMFE para maquinaria pesada tractor oruga de la EPM – GIDSA, que genera vibraciones mecánicas

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato							REG. - EPM - GIDSA. 001 - C.F					
	Modal de fallos y efectos (AMFE)												
	Responsable del proceso: Ing. María Belén Paredes			Maquinaria: Tractor oruga								Simbología	
	Elaborado: Ing. María Belén Paredes		Revisado: Ing. Manolo Córdova		Aprobado:							Gravedad: G; Frecuencia: F; Detectabilidad: D	
	Fecha de revisión: 08/06/2016			Fecha de aprobación: 08/06/2016									
Componente	Modo de fallo	Efectos	Causas del modo de fallo	Estado actual				Acción Correctora	Situación de mejora				
				F	G	D	IPR		F	G	D	IPR	
Bujes	Roturas de bujes	Eslabones deslizados	Desgaste por vida útil	5	2	4	40	Reemplazo de bujes	2	4	2	16	
Cadena de oruga	Abrasión de los pernos de cada eslabón	Fisuras y desgaste de pernos y bujes	Desalineación de cadenas	4	5	4	80	Lubrique o cambie la sirga	2	4	4	32	
Rueda guía	Defectos en la rueda guía	Problemas en el rendimiento de la rueda guía	Ausencia de aceite en el sistema hidráulico	5	5	4	100	Lubricar y engrasar	3	3	4	36	
Resorte	Obstrucción del resorte	Vibración y ruido abundante	Sobre esfuerzo del resorte	4	5	6	120	Cambio del resorte	3	5	4	60	


Corona	Desgaste de la corona	Incorrecto acoplamiento de eslabones, cadena y corona	Desgaste de los dientes del engrane	4	8	3	96	Cambio o reparación de la corona	2	6	2	24
Rodillos	Daños en el rodillo y la cadena	Insuficiente movimiento del rodillo	Deficiente lubricación del rodillo	5	2	6	60	Cambio de válvulas, revisar el ajuste de la válvula	4	3	4	48

Nota: La tabla 6-12 muestra el índice de prioridad de riesgo (IPR) que presenta un tractor oruga que genera vibraciones mecánicas a los operarios de esta maquinaria, así, necesitando conservación de manera inmediata la rueda guía y el resorte. Fuente: Ing. María Belén Paredes.


	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 8 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

4. Estudio de tiempos de operación, parada, espera y de reparación

Tabla 6-13 Registro de estudio de tiempos de operación, parada, espera y reparación de la maquinaria pesada Cargadora JHON DEERE 624J que genera vibraciones mecánicas al personal que opera dicha maquinaria

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato					REG.- EPM - GIDSA. 002- MP
	Tiempo de parada, operación, espera y reparación					
	Elaborado: Ing. María Belén Paredes		Revisado: Ing. Manolo Córdova		Aprobado:	
	Fecha: 08/06/2016		Fecha: 08/06/2016		Fecha:	
Mes	Maquinaria	Tiempo de operación	Tiempo de parada	Tiempo de espera	Tiempo de reparación	
Junio	Cargadora JHON DEERE 624J	159 h con 4 min	16 h con 6 min	0	4 h con 15 min	
Julio	Cargadora JHON DEERE 624J	167 h con 7 min	8 h con 30 min	0	4 h con 15 min	
Agosto	Cargadora JHON DEERE 624J	148 h	12 h	0	4 h	
Septiembre	Cargadora JHON DEERE 624J	171 h	5 h	0	5 h	


Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 9 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00


Continuación del registro de la tabla 6-13

Octubre	Cargadora JHON DEERE 624J	170 h	6 h	3 h	3 h
Noviembre	Cargadora JHON DEERE 624J	148 h con 9 min	3 h con 15 min	0	3 h con 15 min
Diciembre	Cargadora JHON DEERE 624J	142 h	10 h	5 h	5 h
Enero	Cargadora JHON DEERE 624J	152 h	8 h	0	8 h

Tabla 6-14 Registro de estudio de tiempos de operación, parada, espera y reparación de la maquinaria pesada Cargadora CASE 721 C

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato				REG.- EPM - GIDSA. 003- MP
	Tiempo de parada, operación, espera y reparación				
	Elaborado: Ing. María Belén Paredes		Revisado: Ing. Manolo Córdova	Aprobado:	
	Fecha: 08/06/2016		Fecha: 08/06/2016	Fecha:	
Mes	Maquinaria	Tiempo de operación	Tiempo de parada	Tiempo de espera	Tiempo de reparación
Marzo	Cargadora CASE 721C	168 h	8h	0	2 h


Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo	Página: 10 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00


Continuación del Registro de la tabla 6-14

Abril	Cargadora CASE 721C	161 h	7 h	0	3 h con 5 min
Mayo	Cargadora CASE 721C	163 h	13 h	0	4 h con 3 min
Junio	Cargadora CASE 721C	175 h	1 h	0	1 h
Julio	Cargadora CASE 721C	181 h	3 h	0	1 h con 5 min
Agosto	Cargadora CASE 721C	156 h	4 h	0	4 h

Tabla 6-15 Registro de estudio de tiempos de operación, parada, espera y reparación de la maquinaria pesada Tractor de oruga JHON DEERE 750J que genera vibraciones mecánicas al personal que opera dicha maquinaria

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato		REG.- EPM - GIDSA. 004- MP			
	Tiempo de parada, operación, espera y reparación					
	Elaborado: Ing. María Belén Paredes		Revisado: Ing. Manolo Córdova	Aprobado:		
	Fecha: 08/06/2016		Fecha: 08/06/2016	Fecha:		
Mes	Maquinaria	Tiempo de operación	Tiempo de parada	Tiempo de espera	Tiempo de reparación	
Agosto	Tractor de oruga JHON DEERE 750J	155 h	5 h	0	1 h con 25 min	

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 11 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Continuación del registro de la tabla 6-15

Septiembre	Tractor de oruga JHON DEERE 750J	159 h	17 h	0	8 h con 5 min
Octubre	Tractor de oruga JHON DEERE 750J	169 h con 5 min	6 h con 5 min	0	2 h con 17 min
Noviembre	Tractor de oruga JHON DEERE 750J	147 h	5 h	0	5 h
Diciembre	Tractor de oruga JHON DEERE 750J	155 h con 5 min	4 h con 5 min	0	2 h con 25 min
Enero	Tractor de oruga JHON DEERE 750J	173 h	3 h	0	3 h

5. Tasa de fallas, fiabilidad, disponibilidad y curva de la bañera

Figura 6-11 Componentes de la curva de la bañera

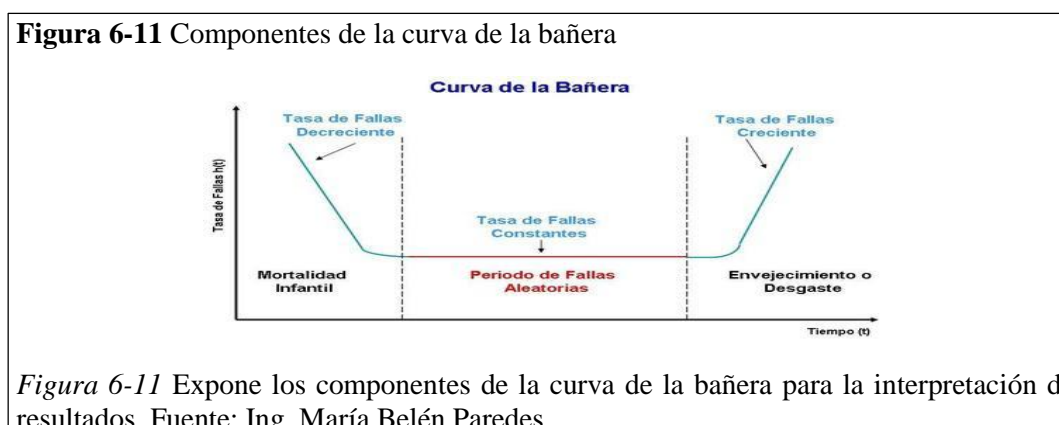



Figura 6-11 Expone los componentes de la curva de la bañera para la interpretación de resultados. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 12 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

5.1 Maquinaria pesada de carga frontal CARGADORA JHON DEERE 624J

Tabla 6-16 Registro de la tasa de fallas, fiabilidad y disponibilidad de la CARGADORA JHON DEERE 624J

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato			REG.- EPM - GIDSA. 008- MP		
	Tasa de fallas, fiabilidad y disponibilidad CARGADORA JHON DEERE 624J					
	Elaborado: Ing. María Belén Paredes		Revisado: Ing. Manolo Córdova	Aprobado:		
	Fecha: 08/06/2016		Fecha: 08/06/2016	Fecha:		
Mes	TMBF (MES)	TMR (MES)	Tasa de fallas	Fiabilidad	Disponibilidad	
Junio	39,85	4,15	0,03	0,24	95,65 %	
Julio	83,85	4,15	0,01	0,24		
Agosto	49,33	4	0,02	0,25		
Septiembre	171	5	0,01	0,20		
Octubre	85	3	0,01	0,33		
Noviembre	148,85	3,15	0,01	0,32		
Diciembre	71	5	0,01	0,20		
Enero	152	8	0,01	0,13		
Sumatoria	800,88	36,45	0,10	1,91		

Nota: La tabla 6-16 explica el Tiempo Medio entre Fallos (TMBF), el Tiempo Medio de Reparación (TMR), tasa de fallas, fiabilidad y disponibilidad. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

La disponibilidad que posee esta maquinaria pesada de carga frontal es de 95,65 % lo que al interpretar la curva de la bañera que se observa en la figura 6-12, la maquinaria pesada está en un periodo de fallas aleatorias dentro de su vida útil.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------


	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 13 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Figura 6-12 Curva de la bañera maquinaria pesada de carga frontal CARGADORA JHON DEERE 624J

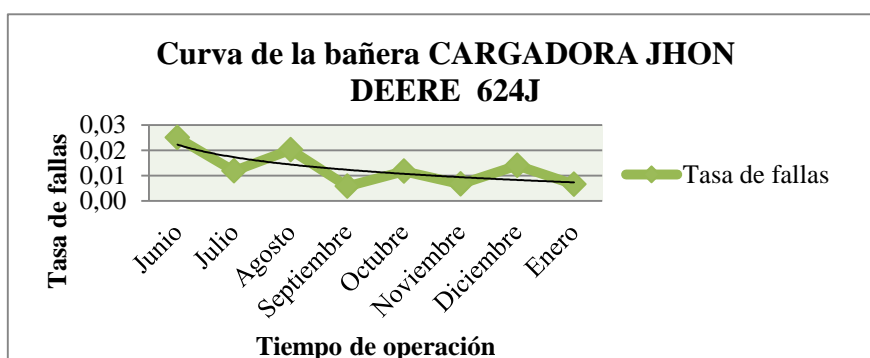


Figura 6-12 Muestra que la maquinaria se encuentra en un proceso de fallas aleatorias ya que en los meses de operación de Septiembre a Enero se mantiene constante en esta zona de la curva de la bañera. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

5.2 Maquinaria pesada de carga frontal CARGADORA CASE 721 C

Figura 6-13 Curva de la bañera maquinaria pesada de carga frontal CARGADORA CASE 721 C

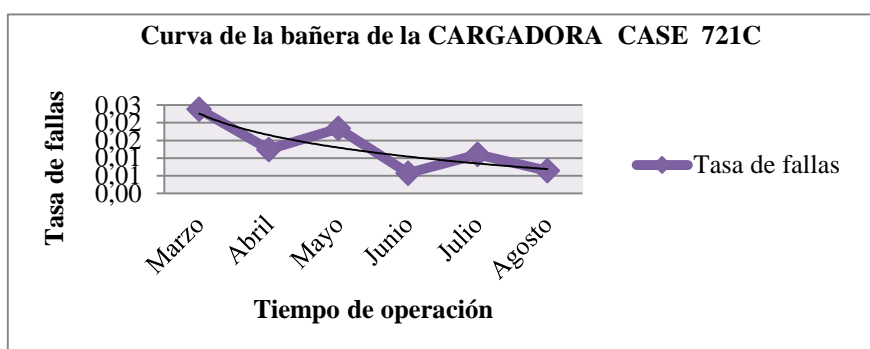


Figura 6-13 Muestra que en los meses de Marzo a Mayo decrece y entra a un proceso de fallas aleatorias donde permanece constante. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------



	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 14 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Tabla 6-17 Registro de la tasa de fallas, fiabilidad y disponibilidad de la CARGADORA CASE 721 C

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato			REG.- EPM - GIDSA. 009- MP		
	Tasa de fallas, fiabilidad y disponibilidad; CARGADORA CASE 721 C					
	Elaborado: Ing. María Belén Paredes		Revisado: Ing. Manolo Córdova	Aprobado:		
	Fecha: 08/06/2016		Fecha: 08/06/2016	Fecha:		
Mes	TMBF (MES)	TMR (MES)	Tasa de fallas	Fiabilidad	Disponibilidad	
Marzo	42	2	0,02	0,50	97,34 %	
Abril	80,5	3,5	0,01	0,29		
Mayo	54,33	4,33	0,02	0,23		
Junio	175	1	0,01	1,00		
Julio	90,5	1,5	0,01	0,67		
Agosto	156	4	0,01	0,25		
Sumatoria	598,33	16,33	0,08	2,93		

Nota: La tabla 6-17 explica el Tiempo Medio entre Fallos (TMBF), el Tiempo Medio de Reparación (TMR), tasa de fallas, fiabilidad y disponibilidad. Fuente: Ing. María Belén Paredes.


La disponibilidad que posee esta maquinaria pesada de carga frontal es de 97,34 % lo que al interpretar la curva de la bañera que se observa en la figura 6-13, la maquinaria pesada está en un periodo de fallas aleatorias dentro de su vida útil ya que en los meses de Marzo a Mayo decrece y permanece constante hasta el mes de Agosto por lo que hay que considerar que hay que aumentar la conservación para mejorar la calidad del servicio que ofrece esta maquinaria así como brindar buenas condiciones laborales al operador de esta maquinaria.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 15 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

5.2 Maquinaria pesada Tractor oruga JHON DEERE 750J

Tabla 6-18 Registro de la tasa de fallas, fiabilidad y disponibilidad del tractor oruga JHON DEERE 750J

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato			REG.- EPM - GIDSA. 010- MP	
	Tasa de fallas, fiabilidad y disponibilidad; Tractor de oruga JHON DEERE 750J				
	Elaborado: Ing. María Belén Paredes		Revisado: Ing. Manolo Córdova		Aprobado:
	Fecha: 08/06/2016		Fecha: 08/06/2016		Fecha:
Mes	TMBF (MES)	TMR (MES)	Tasa de fallas	Fiabilidad	Disponibilidad
Agosto	38,75	1,25	0,03	0,80	96,27 %
Septiembre	79,5	8,5	0,01	0,12	
Octubre	56,5	2,17	0,02	0,46	
Noviembre	147	5	0,01	0,20	
Diciembre	77,7	2,25	0,01	0,44	
Enero	173	3	0,01	0,33	
Sumatoria	572,45	22,17	0,08	2,36	

Nota: La tabla 6-18 explica el Tiempo Medio entre Fallos (TMBF), el Tiempo Medio de Reparación (TMR), tasa de fallas, fiabilidad y disponibilidad. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

La disponibilidad que posee esta maquinaria pesada que pertenece a un tractor oruga de fabricación JHON DEERE es 96,27 % lo que al interpretar la curva de la bañera que se observa en la figura 6-14, la maquinaria pesada está en un periodo de fallas aleatorias dentro de su vida útil por su decrecimiento en los meses de Agosto a Noviembre y de Diciembre a Enero según los registros se mantiene constante en esta zona de vida útil pero con fallas aleatorias.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------


	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código: P. M. P. 000
	Documento: Mantenimiento preventivo Página: 16 de 33	Revisión: 00
Fecha: Mayo 2016		

Figura 6-14 Curva de la bañera maquinaria pesada del tractor oruga JHON DEERE 750J

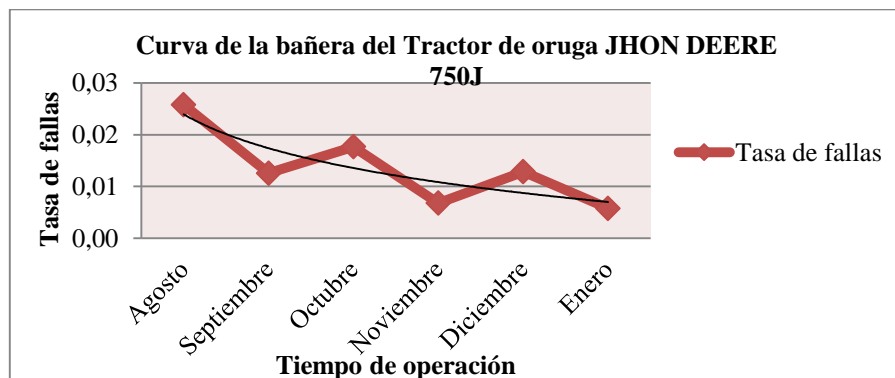



Figura 6-14 Muestra la tendencia de la curva de la bañera del tractor oruga. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

5.3 ANEXOS

5.3.1 Anexo 1: Estudio de tiempos de ingreso y salida de la maquinaria pesada por días CARGADORA JHON DEERE 624J

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato			REG.- EPM - GIDSA. 005- MP	
	Tiempo de Ingreso y Salida , Maquinaria CARGADORA JHON DEERE 624J				
	Elaborado: Ing. María Belén Paredes		Revisado: Ing. Manolo Córdova	Aprobado:	
	Fecha: 08/06/2016		Fecha: 08/06/2016	Fecha:	
Fecha	Actividad	Hora de ingreso	Hora de salida	Horas empleadas	
03/06/2015	Cambio de aceite y filtro	14:00	15:00	1 h	


Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 17 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Continuación del Anexo 1.

11/06/2015	Chequeo del sistema eléctrico	9:30	11:36	2 h con 6 min
23/06/2015	Engrasada	8:00	15:00	7 h
29/06/2015	Cambio de cuchillas	8:00	14:00	6 h
07/07/2015	Cambio de batería	9:00	12:00	3 h
20/07/2015	Chequeo de embrague	10:00	15:30	5 h con 30 min
13/08/2015	Limpieza de filtros	8:00	10:00	2 h
19/08/2015	Engrasada de crucetas	14:00	17:00	3 h
28/08/2015	Cambio de pines	9:00	15:00	7 h
26/09/2015	Limpieza de inyectores	8:00	13:00	5 h
05/10/2010	Regulación del nivel del cucharón	8:00	11:00	3 h
21/10/2015	Regulación del nivel de varilla	9:00	12:00	3 h
17/11/2015	Regulación del nivel de altura	10:00	13:15	3 h con 15 min
11/12/2015	Desmontaje del tanque de combustible	8:00	15:00	7 h

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 18 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00


Continuación del Anexo 1.

22/12/2015	Arreglo de fugas de combustible	9:00	12:00	3 h
27/01/2016	Lavada y engrasada	8:00	16:00	8 h

5.3.2 Anexo 2: Estudio de tiempos de ingreso y salida de la maquinaria pesada por días CARGADORA CASE 721C

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato		REG.- EPM - GIDSA. 006- MP		
	Tiempo de Ingreso y Salida , Maquinaria CARGADORA CASE 721C				
	Elaborado: Ing. María Belén Paredes		Revisado: Ing. Manolo Córdova		Aprobado:
	Fecha: 08/06/2016		Fecha: 08/06/2016		Fecha:
Fecha	Actividad	Hora de ingreso	Hora de salida	Horas empleadas	
04/03/2015	Lavada y pulverizada	8:00	13:00	5 h	
25/03/2015	Engrasada	9:00	12:00	3 h	
07/04/2015	Cambio de aceite del motor	9:00	12:00	3 h	
16/04/2015	Cambio de filtros	8:00	10:00	2 h	

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 19 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Continuación del Anexo 2.

24/04/2015	Purga del aceite de la servo transmisión	14:00	16:00	2 h
05/05/2015	Cambio de uñas	9:00	15:00	6 h
21/05/2015	Cambio de los pasadores del cucharón	10:00	17:00	7 h
03/06/2015	Colocación de seguros de la puerta	9:00	10:00	1 h
14/07/2015	Revisión del sistema eléctrico	10:00	11:00	1 h
27/07/2015	Nivelación del aceite del servo transmisión	8:00	10:00	2 h
03/08/2015	Ajuste de pernos del servo transmisión	9:00	11:00	2 h
28/08/2015	Cambio del retenedor	14:00	16:00	2 h

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 20 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

5.3.3 Anexo 3: Estudio de tiempos de ingreso y salida de la maquinaria pesada por días Tractor Oruga JHON DEERE 750J

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato			REG.- EPM - GIDSA. 007- MP	
	Tiempo de Ingreso y Salida , Maquinaria Tractor de oruga JHON DEERE 750J				
	Elaborado: Ing. María Belén Paredes		Revisado: Ing. Manolo Córdova	Aprobado:	
	Fecha: 08/06/2016		Fecha: 08/06/2016	Fecha:	
Fecha	Actividad	Hora de ingreso	Hora de salida	Horas empleadas	
11/08/2015	Colocación de mangueras de presión	14:30	16:30	2 h	
26/08/2015	Lavado de bastidores	9:00	12:00	3 h	
04/09/2015	Embancada de la cadena	8:00	14:00	6 h	
17/09/2015	Revisión de rodillos superiores	9:00	13:00	4 h	
25/09/2015	Regulación de los rodillos	8:00	17:00	7 h	
07/10/2015	Engrasada de rodillos	8:00	12:00	4 h	
21/10/2015	Ajuste de abrazaderas de rodillos	9:00	11:05	2 h con 5 min	

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 21 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Continuación del Anexo 3.

19/11/2015	Revisión del pin del Buldócer	8:00	13:00	5 h
10/12/2015	Revisión del motor hidráulico	9:05	13:00	4 h con 5 min
28/01/2016	Calibrar válvulas	8:00	11:00	3 h

5.3.4 Anexo 4: Fichas de inspección

Anexo 4.1 Ficha de inspección de maquinaria pesada

Anexo 4.2 Ficha de inspección de herramientas menores

Anexo 4.3 Ficha de inspección de soldadoras

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 22 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Anexo 4.1 Ficha de inspección de maquinaria pesada

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato			Código EPM - GIDSA F.I. M.P 001
	Ficha de inspección de maquinaria pesada			
Clave de identificación del equipo:		Lugar de inspección:		
Fecha de inspección:		Fecha de expiración:		
Inspector:				
DESCRIPCIÓN	SI	NO	N/A	Observaciones
Certificado técnico mecánico				
Registro de mantenimiento mecánico				
Licencia y certificado del Operador				
Año de fabricación del equipo				
Estructura y Cuerpo				
Soldadura				
Plumas / Stick / Boom				
Pines y seguros				
Contrapesas				
Gancho y seguro				
Base y pin de tiro				
Poleas				
Resortes				
Pala				
Bujes				
Corona				

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 23 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Continuación de la ficha 4.1

Palanca de mando				
Cable del winche				
Sistema Hidráulico				
Mangueras y acoples				
Actuadores hidráulicos				
Bomba hidráulica				
Válvulas de control				
Cilindros hidráulicos				
Sistema de Rodaje				
Labrado de llantas				
Presión de aire				
Templado de cadenas				
Rodillos				
Movimiento delante atrás				
Rueda Guía				
Movimiento de giro				
Sistema Eléctrico				
Batería				
Luces delanteras				
Luces de retro				
Luces de parqueo				
Luces de freno				
Alarma de reversa				
Pito				
Cabina				
Ergonomía				
Instrumentos e indicadores / manómetros				
Vidrios				

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 24 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00


Continuación de la ficha 4.1

Espejos laterales y retrovisor				
Controles y mandos hidráulicos				
Limpia parabrisas				
Peldaños de acceso a la cabina				
Fluidos				
Aceite lubricante				
Aceite hidráulico				
Diesel				
Grasas				
Refrigerante				
Dispositivos de seguridad				
Extintor				
Botiquín de primeros auxilios				
Conos				
Linterna				
Cinturón de seguridad				
Paños absorbentes				
Arresta llamas				
Partes móviles con protección				
Calificación:	Aprobado		No aprobado	
Firma de inspector				

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 25 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

Anexo 4.2 Ficha de inspección de herramientas menores

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato			Código EPM - GIDSA F.I. M.P 002
	Ficha de inspección de herramientas menores			
Fecha:		Técnico inspector:		
Área/ Departamento / Sección:				
Herramientas eléctricas	Número	Ubicación		
Motor				
Amoladora				
Pistola Neumática				
Esmeril				
Taladro				
Descripciones	Condiciones			Observaciones
	Bien	Mal	N/A	
Condiciones Eléctricas inapropiadas o defectuosas				
Condiciones neumáticas inapropiadas o defectuosas				
Con bordes filosos dentados o astillados				
Inapropiadas para el tipo de trabajo				
Inadecuadamente ubicadas y protegidas				


Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 26 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00


Continuación de la ficha 4.2

Dispositivo de seguridad, No existen				
Dispositivo de seguridad ,Defectuoso: corroído, desajustado				
Dispositivo de seguridad, No es efectivo para el equipo				
Sierra				
Accesorios				
Bomba				
Firma del responsable				

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 27 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00


Anexo 4.3 Ficha de inspección de soldadoras

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato			Código EPM - GIDSA F.I. M.P 003
	Ficha de inspección de Soldadoras			
Clave de identificación del equipo:		Tipo de soldadora:		
Fecha de inspección:		Fecha de expiración:		
Lugar de Inspección:				
Inspector:				
CONDICIONES GENERALES	SI	NO	N/A	Observaciones
Sistema Mecánico				
Líquidos / combustible, aceite				
Batería				
Arranque soldadora				
Protectores de baterías				
Perillas de control voltaje / amperaje				
Tanque de combustible				
Manómetros				
Herramientas				
Certificado Mecánico				
Sistema Eléctrico				
Cables positivo / negativo				
Acople				
Varilla tierra				
Cable esmeril				
Alambres expuestos				
Toma corrientes				
Accesorios de Seg. Industrial				
Arresta llamas				
Extintor				
Partes móviles con protección				
Avisos de seguridad en español				
Calificación	Aprueba		No Aprueba	
Firma de inspector:				

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 28 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00


5.3.5 Anexo 5: Orden de trabajo

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato	Código EPM - GIDSA O.T. M.P 001	
Orden de trabajo			
Tipo de orden de trabajo		Conservación a	
Rutinarias:		Maquinaria:	
Específicas:		Equipo:	
Prioridad:		Infraestructura:	
Ubicación		Realizado por:	
Nombre:		Proveedor:	
Clave de identificación:		Personal externo:	
Área:		Personal de planta:	
Responsable:		Otros	
Trabajo a ejecutar		Observaciones	
Solicitado por:		Autorizado por:	
Materiales o repuestos a utilizar			
Código	Cantidad	Unidad	Descripción
Recibido por:		Entregado por:	
Costos			
Costo estimado			
Tiempo empleado	Fecha	Hora	Pruebas de funcionamiento
Inicio			
Término			
Tiempo total			
Elaborado por:		Verificado por:	


Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 29 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00


5.3.6 Anexo 6: Reporte de Anomalías

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato		Código EPM - GIDSA R.A. 001
Solicitud de trabajo o reporte de anomalías			
Fecha:			
Reporte de anomalías de:		Ubicación	
Maquinaria:	Área:		
Equipo:	Departamento:		
Infraestructura:	Sección:		
Fecha en que estará disponible:			
Fecha en que deberá estar listo el arreglo:			
Costo:			
Prioridad	A	B	C
Trabajo solicitado			
Trabajo efectuado			
Observaciones:			
Solicitó		Autorizó	

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 30 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00


5.3.7 Anexo 7: Programa mensual de mantenimiento

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato		Código EPM - GIDSA- P.M .M 001																												
	Programa mensual de mantenimiento																														
Mantenimiento a:																															
Maquinaria:			Clave de identificación:																												
Equipo:																															
Instalaciones:																															
Ubicación:																															
Área:																															
Departamento:																															
Sección:																															
Fecha:																															
Recursos por inspeccionar	Mes																														
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Solicitó									Autorizó									Realizó													

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------


	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Mantenimiento preventivo Página: 31 de 33	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

5.3.8 Anexo 8: Programa anual de mantenimiento


	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato		Código EPM - GIDSA- P.M .A 001									
	Programa Anual de mantenimiento											
Mantenimiento a:												
Maquinaria:												
Equipo:												
Infraestructura:												
Ubicación:												
Área:												
Departamento:												
Sección:												
Fecha:												
Recursos por inspeccionar	Meses											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Solicitó				Autorizó				Realizó				

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

5.3.9 Anexo 9: Cronograma de mantenimiento preventivo (CARGADORA JHON DEERE 624J)

		Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato															
		Frecuencia de mantenimiento preventivo															
Clave de identificación		Actividad	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
RS-C624J-1 y 2		Cambio de aceite y filtro	Bimensual														
		Chequeo del sistema eléctrico	Mensual														
		Engrasada	Semanal														
		Cambio de cuchillas	Semestral														
		Cambio de batería	Anual														
		Chequeo de embrague	Bimensual														
		Limpieza de filtros	80 horas														
		Engrasada de crucetas	Mensual														
		Cambio de pines	Trimestral														
		Limpieza de inyectores	120 horas														
		Regulación del nivel del cucharón	Mensual														
		Regulación del nivel de varrilla	80 horas														
		Regulación del nivel de altura	Mensual														
		Desmontaje del tanque de combustible	Bimensual														
		Arreglo de fugas de combustible	Trimestral														
		Lavada y engrasada	Semanal														

5.3.10 Anexo 10: Cronograma de mantenimiento preventivo (CARGADORA CASE 721C)

		Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato													
		Frecuencia de mantenimiento preventivo													
Clave de identificación		Maquinaria: CARGADORA CASE 721C													
		Realizado por: Ing. Belén Paredes						Revisado por: Ing. Manolo Córdova						Aprobado por:	
		Actividad	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
RS-C721C-3 y 4	Lavada y pulverizada	Semanal													
	Engrasada	Mensual													
	Cambio de aceite del motor	Bimensual													
	Cambio de filtros	Trimestral													
	Purga del aceite de la servo transmisión	Bimensual													
	Cambio de uñas	Semestral													
	Cambio de los pasadores del cucharón	Trimestral													
	Revisión de seguros de la puerta	Bimensual													
	Revisión del sistema eléctrico	Mensual													
	Nivelación del aceite del servo transmisión	120 horas													
	Ajuste de pernos del servo transmisión	120 horas													
	Cambio del retenedor	Bimensual													

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Equipos de Protección Personal Página: 1 de 5	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

6.8.5 Procedimiento de uso de Equipos de Protección Personal para el personal que opera maquinaria pesada que genera vibraciones mecánicas en la EPM - GIDSA

6.8.5.1 Propósito

Especificar los elementos o Equipos de Protección Personal que son de utilización obligatoria o recomendada para la realización de determinadas tareas que implica vibración mecánica al operador, en la EPM – GIDSA.

6.8.5.2 Alcance

Todo el personal que esté afectado por riesgo a vibraciones mecánicas así como a personal visitante que no haya podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos o procesos del trabajo.

6.8.5.3 Responsables

- Director Administrativo - Financiero.
- Responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Bodega

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Equipos de Protección Personal Página: 2 de 5	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

6.8.5.4 Definiciones

Equipo De Protección Personal: Cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. (Art. 2 del RD 773/1997).

Equipo de protección para manos: En el caso de que sea necesario utilizar guantes antivibraciones en el lugar de trabajo, es aconsejable seleccionar un guante cuya certificación CE esté basada en la norma técnica armonizada UNE-EN 10819:1996. El folleto informativo que el fabricante debe suministrar con los guantes incluirá, entre otra, información relativa a los niveles de atenuación ofrecidos por el equipo para las distintas frecuencias.



Equipo de protección para cintura y tronco: En lo que se refiere al uso de cinturones o fajas de protección frente a vibraciones transmitidas al cuerpo entero, no existe consenso sobre su utilidad



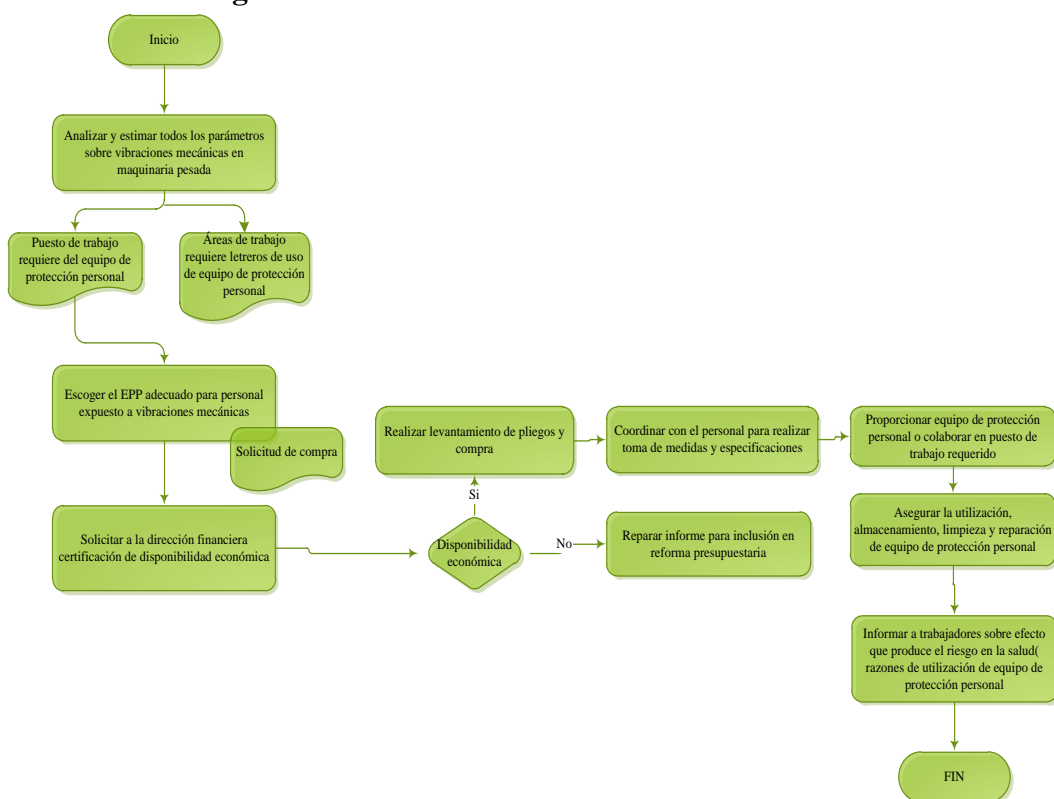
Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Equipos de Protección Personal Página: 3 de 5	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

y en algunos casos dicho uso puede provocar alteraciones en el sistema cardiovascular, limitaciones en la movilidad del trabajador, reducción en la elasticidad de los músculos y tendones y falsa sensación de seguridad del trabajador.

Equipo de protección para pies: Calzado de seguridad con suela elástica absorbente, con objeto de atenuar la exposición a vibraciones sobre el cuerpo entero, según NTP 227 (Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos: Guías para la elección, uso y mantenimiento).


6.8.5.5 Metodología




Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Equipos de Protección Personal Página: 5 de 5	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

6.8.5.6.2 Anexo Control de Equipos de Protección Personal

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato			Código EPM - GIDSA R.I.EPP. 001
Registro de inspección de Equipos de Protección Personal				
Fecha:				
Número de trabajadores:				
Sección a inspeccionar:				
Elementos	SI	NO	N/A	Observaciones
¿Usa guantes?				
¿Bata resistente a fluidos corporales?				
¿Tapa bocas?				
¿Caretas Faciales en el caso que se requiera?				
¿Zapatos antideslizantes?				
¿Gafas?				
¿Polainas?				
¿Gorro?				
¿Guantes antivibraciones?				
¿Fajas o cinturones antivibraciones?				
¿Calzado de seguridad con suela elástica absorbente?				
¿Ropa de trabajo?				
Firma del RSST				


Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS	Código:
		P. M. P. 000
Documento:	Equipos de Protección Personal Página: 6 de 6	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016	00

6.8.5.7 Referencias

- REAL DECRETO 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Catálogo de Equipos de Protección.

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Capacitación en SST	Página: 1 de 5	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

6.8.6 Procedimiento de capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo para vibraciones mecánicas en maquinaria pesada y herramientas de la EPM - GIDSA

6.8.6.1 Propósito

Precisar una metodología sistemática para que los trabajadores de la EPM - GIDSA, adquieran competencias sobre sus responsabilidades integradas en SST referentes a vibraciones mecánicas generadas por la operación de maquinaria pesada y herramientas menores.


6.8.6.2 Alcance

Este proceso abarca a todo el personal involucrado a dosis de vibraciones mecánicas elevadas así como al personal visitante al área de trabajo con presencia de este riesgo, la identificación de las necesidades de capacitación, definición de planes, desarrollo de actividades de capacitación, hasta la evaluación de la eficacia de los programas de capacitación.

6.8.6.3 Responsables

- Responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Médico de empresa
- Departamento financiero

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Capacitación en SST	Página: 2 de 5	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

- Gerente

6.8.6.4 Definiciones


Temas de sugerencia para vibraciones mecánicas generadas por la operación de maquinaria pesada y herramientas menores:

Vigilancia a la salud:

Tabla 6-19 Temas de capacitación en SST a los trabajadores con exposición a vibraciones mecánicas (NTP 963).

Prevención de las vibraciones	
Vibraciones Sistema mano - brazo	Vibraciones de cuerpo entero
<ul style="list-style-type: none"> • Información a los trabajadores acerca de la exposición y del riesgo. • Formación de los trabajadores sobre el uso correcto de la maquinaria y herramientas vibrátiles. • Elección de maquinaria con bajo nivel de vibración. • Mantenimiento adecuado de los equipos • Sujetar las herramientas de trabajo con la menor fuerza posible. • El hábito de fumar aumenta los efectos de las vibraciones. • Utilización de equipos de protección individual adecuados, en especial guantes anti vibratorios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Información a los trabajadores acerca de la exposición y del riesgo. • Formación de los trabajadores sobre el uso correcto de plataformas vibrátiles. • Reducción de la exposición mediante técnicas apropiadas. • Reducción de la exposición en su origen. • Disminuir la transmisión de vibraciones. • Control y evaluación periódica de las vibraciones. • Adoptar posturas idóneas durante su trabajo • Disminuir el tiempo de exposición: • Ciclos de trabajo cortos • Rotación de los trabajadores

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

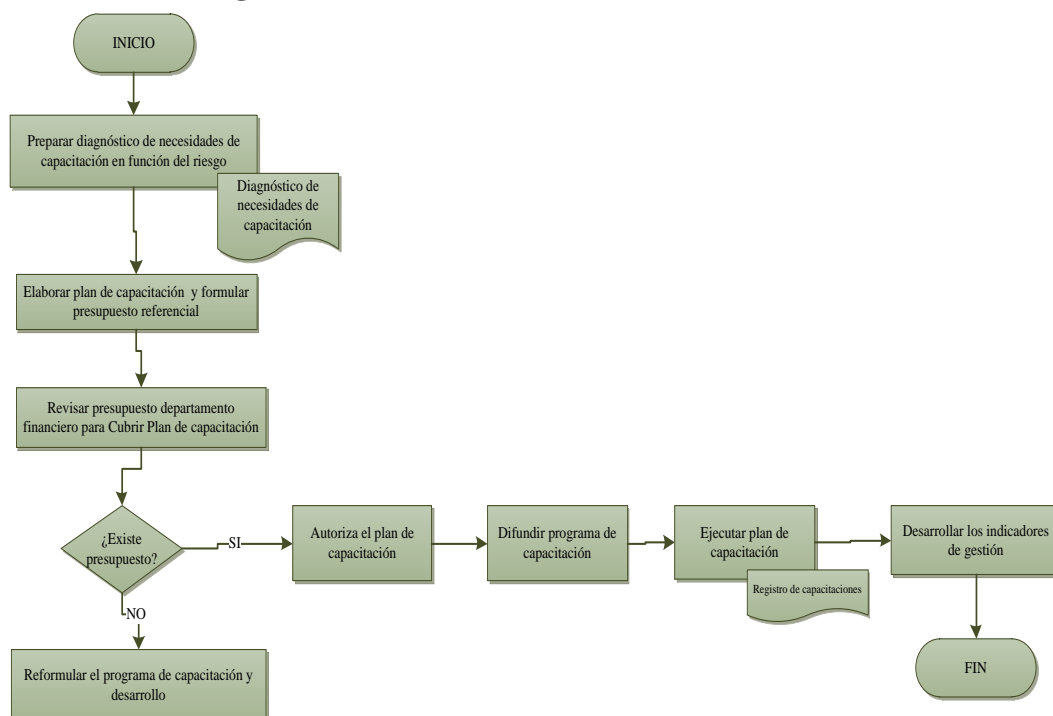
	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Capacitación en SST	Página: 3 de 5	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

Aislamientos de vibraciones mecánicas:


Según (Vasquez, 2105), el uso de aislamientos tales como:

Muelles o elementos elásticos en los apoyos de las máquinas, masas de inercia, plataformas aisladas del suelo, manguitos absorbentes de vibración 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 (p. 20).

6.8.6.5 Metodología



Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------


	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Capacitación en SST	Página: 4 de 5	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

6.8.6.6 Anexos


6.8.6.6.1 Anexo Registro de capacitaciones y charlas de campo

	Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato	Código EPM - GIDSA R.C.C. 001
Registro de capacitaciones y charlas de campo		
Capacitaciones:		
Charlas de campo:		
Temática	Dirigida	Lugar
Salud ()	Empleados EPM - GIDSA ()	EPM - GIDSA ()
Ambiente ()	Visitantes ()	Otros ()
Seguridad ()	Otros ()	
Fecha:		
# de horas:		
Tema a tratar:		
Parámetros a tratar:		
Nombres y apellidos	# Cedula	Firma
Firma del Capacitor:		
Firma del RSST:		

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VIBRACIONES MECÁNICAS		Código:
			P. M. P. 000
Documento:	Capacitación en SST	Página: 5 de 5	Revisión:
Fecha:	Mayo 2016		00

6.8.6.2 Anexo Plan de capacitación

		Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato			Código EPM - GIDSA R.P.C. 001	
Registro del plan de capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo						
Fecha:						
N° de participantes	Capacitación externa	Objetivo	Puesto de trabajo / Cargo	Proveedores	Costo	Fecha de ejecución
				Empresa		
N° de participantes	Capacitación interna	Objetivo	Puesto de trabajo / Cargo	Proveedores	Costo	Fecha de ejecución
				Empresa		
Nombres y apellidos del instructor:			Firma:			
Nombres y apellidos del RSST:			Firma:			

6.8.6.7 Referencias

- Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo; Resolución 957.
- Resolución CD 333 SART

Validado por: EPM - GIDSA	Revisado por: Responsable de SST	Aprobado por: Gerente	Fecha Vigencia: 25-05-2016
-------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------------------------

6.9 Administración

6.9.1 Recursos

6.9.1.1 Institucional

Tabla 6-20 Instituciones interesadas del proyecto de investigación

Instituciones	Ocupación
Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato (EPM – GIDSA)	Producción y Manejo de Desechos Sólidos
Universidad Técnica de Ambato	Educativa

Nota: La tabla 6-20 muestra las instituciones interesadas en el proyecto del estudio de vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada y su incidencia en las condiciones laborales. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

6.9.1.2 Humanos

Tabla 6-21 Recursos humanos empleados para la ejecución del proyecto

CARGO	NOMBRE
Tutor	Ing. Manolo Córdova, Msc
Autor	Ing. María Belén paredes Robalino

Nota: La tabla 6-21 muestra el recurso humano empleado para la ejecución en el proyecto del estudio de vibraciones mecánicas en el personal de operación de maquinaria pesada y su incidencia en las condiciones laborales. Fuente: Ing. María Belén Paredes.

6.10 Conclusiones y recomendaciones de la propuesta

6.10.1 Conclusiones

- Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada que ayudará a reducir las vibraciones mecánicas.

- Con el levantamiento de información de las matrices AMFE que se elaboró se pudo identificar las diferentes causas y efectos de fallos que presenta la maquinaria pesada que genera vibraciones mecánicas a los trabajadores que operan esta maquinaria y se pudo recomendar la acción correctora para cada caso.
- El inventario jerarquizado ayuda a enfatizar el grado de prioridad que se dará a la maquinaria pesada y herramientas menores que transmiten vibraciones mecánicas a los trabajadores del EPM – GIDSA como son el chofer de carga frontal, el operador de tractor y mecánico.
- Al levantar la información sobre los tiempos de parada, operación y reparación de la maquinaria pesada que transmite vibraciones mecánicas se identificó mediante la curva de la bañera que la maquinaria actualmente se encuentra en fase de fallas aleatorias lo que indica que el mantenimiento preventivo es una alternativa para mejorar las condiciones laborales de los trabajadores de esta empresa.
- Al realizar el mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada del EPM – GIDSA se está erradicando en un porcentaje casi considerable el riesgo físico al cual pertenece las vibraciones mecánicas ya que el plan se enfoca en la fuente del riesgo.
- Además el plan de mantenimiento preventivo se enfocó en mejorar las condiciones laborales de los trabajadores del EPM – GIDSA de maquinaria pesada y taller mecánico por medio de capacitaciones y charlas sobre el riesgo estudiado de esta manera erradicando el problema en receptor.

6.10.2 Recomendaciones

- Realizar mantenimiento mensual o según el cronograma establecido dentro del plan de la maquinaria pesada para evitar la transmisión de vibraciones mecánicas al sistema mano – brazo y cuerpo entero.

- Tomar importancia a la acción correctora que se recomienda en las matrices AMFE de maquinaria pesada para mejorar su estado y la condición laboral del trabajador.
- El inventario jerarquizado ayudará al Responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo a dar prioridad a la maquinaria pesada que genera vibraciones mecánicas, por lo que se recomienda que el plan de mantenimiento preventivo sea impartido al responsable de la unidad de seguridad.
- Mejorar la ergonomía de las cabinas de la maquinaria de carga frontal y tractor oruga así como dotar de aislamientos de vibraciones mecánicas en dichas maquinarias.
- Colocar aislamientos para vibraciones mecánicas en herramientas menores del taller mecánico.
- Dotar de manera urgente de Equipos de Protección Personal y controlar el correcto uso del mismo en el personal vulnerable como choferes de carga frontal, operador de tractor y mecánico a este riesgo ya que la dosis de vibraciones mecánicas son elevadas.
- Realizar aportaciones o modificaciones al plan de mantenimiento si el caso lo amerita por parte del Responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo y jefe de mantenimiento.

6.11 Previsión de la evaluación

Este plan de mantenimiento preventivo será socializado con la Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo de la EPM – GIDSA, al mando del gerente de dicha empresa.

Luego de una coordinación con el Gerente de la empresa y el Responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo el plan de mantenimiento será impartido a los trabajadores expuestos a vibraciones mecánicas.

Posteriormente en un tiempo determinado se hará otra evaluación con el afán de evaluar la dosis actual de vibraciones mecánicas que se presenta previo a la ejecución del plan de mantenimiento preventivo.

Bibliografía

- Arana, M., & Eransus, J. (2004). *Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la exposición a las vibraciones mecánicas en los puestos de trabajo*. Navarra: Instituto Navarro de Salud Laboral.
- Bono, J. (1999). *Definición e implementación de un plan de mantenimiento industrial*. Recuperado el 2016, de <http://www.gestiopolis.com/definicion-e-implementacion-de-un-plan-de-mantenimiento-industrial/>
- Cortés, J. M. (2007). *Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo* (9 ed.). Madrid: TÉBAR.
- Díaz, P. (2009). *Prevención de riesgos laborales : seguridad y salud laboral*. España: Paraninfo.
- Dounce, E., López, C., & Dounce, J. P. (2007). *La productividad en el mantenimiento industrial* (9 ed.). México: Grupo editorial Patria.
- García, S. (2016). *Implementacion de un plan de mantenimiento*. Recuperado el 2016, de [https:// principiosdemantenimientousb. wikispaces. com/04. + Implementaci %C3%B3n+del+plan+de+mantenimiento](https://principiosdemantenimientousb.wikispaces.com/04.+Implementaci%C3%B3n+del+plan+de+mantenimiento)
- García, V. (2009). *Prevención de riesgos laborales y medioambientales en el mecanizado*. Madrid: IC Editorial.
- González, A., Floría, P., & González, D. (2007). *Manual para el técnico en prevención de riesgos laborales: nivel básico*. Madrid: FC Editorial.
- Griffin, M. J. (1998). *Vibraciones*. Madrid: Chantal Dufrense.

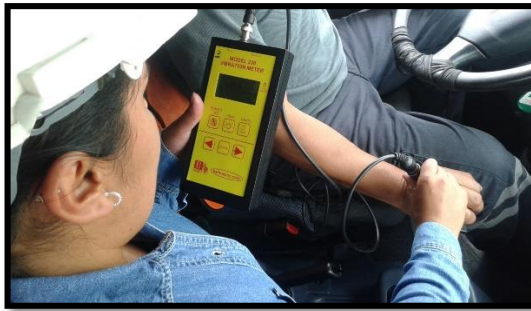
- Ideara, S. L. (2014). *Vibraciones mecánicas factores relacionados con la fuente y medidas de control*. Recuperado el 2016, de http://idearainvestigacion.com/wp-content/uploads/2014/10/GUIA_vibraciones-mecanicas_final_baixa-calidade.pdf
- Iglesia de Huerta, A. (2013). *Vibraciones: vigilancia de la salud en trabajadores expuestos*. Recuperado el 2016, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/961a972/ntp-963w.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social . (2010). *DECRETO EJECUTIVO 2393 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO*. Quito: Ministerio del Trabajo Ecuador.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Real Decreto 1311/2005). (2005). *Vibraciones mecánicas*. Barcelona: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo.
- León, I. (2006). *Análisis de vibraciones mecánicas como base para la ejecución de un plan de mantenimiento predictivo para maquinaria petrolera (bloque 15)* . Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.
- Lizano, R. (2013). *Diseño de un programa de prevención para operadores de martillo eléctrico expuestos a vibraciones mano-brazo en industrias de la construcción de la Ciudad de Quito*. Quito: Universidad Internacional SEK.
- Pujol Senovilla, L. (2009). *Exposición a vibraciones mecánicas*. Recuperado el 2016, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/839%20web.pdf>
- Vasquez, R. (2105). *Vibraciones*. Recuperado el 2016, de www.prevention-world.com

WordPress. (2008). *Riesgo físico*. Recuperado el 2016, de <http://definicion.de/riesgo-fisico/>

Anexos

ANEXO 1

FOTOGRAFÍAS DE LAS MEDICIONES



Fotografía 1. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje x (Operario 1).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



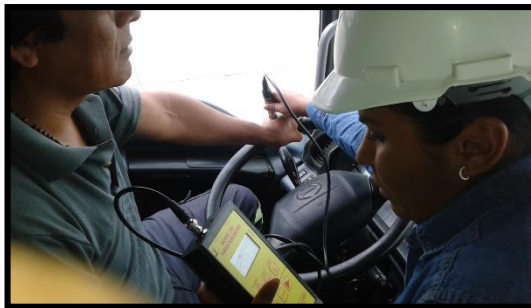
Fotografía 2. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje y (Operario 1).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 3. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje z (Operario 1).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



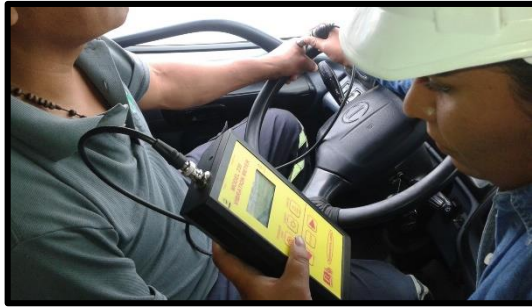
Fotografía 4. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje x (Operario 1).

FUENTE: María Belén Paredes



Fotografía 5. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje y (Operario 1).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 6. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje z (Operario1).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 7. Medición Vibración cuerpo entero eje x (Operario 1).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



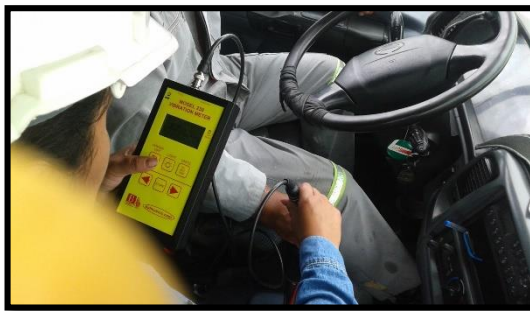
Fotografía 8. Medición Vibración cuerpo entero eje y (Operario 1).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 9. Medición Vibración cuerpo entero eje z (Operario 1).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 10. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje x (Operario 2).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



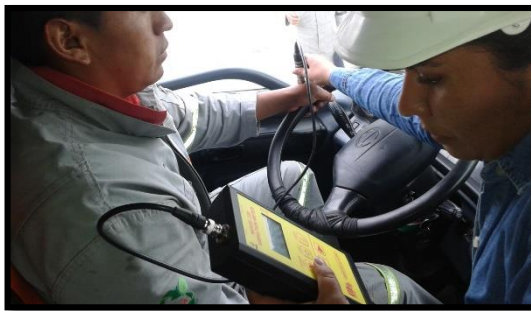
Fotografía 11. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje y (Operario 2).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 12. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje z (Operario 2).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 13. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje x (Operario 2).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 14. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje y (Operario 2).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



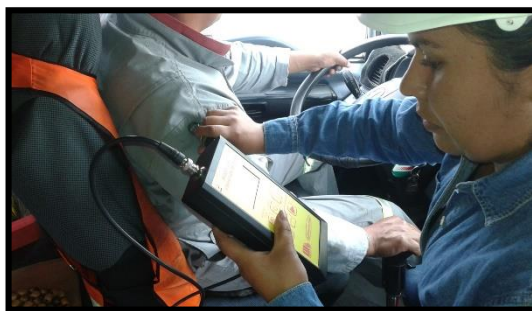
Fotografía 15. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje z (Operario 2).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 16. Medición Vibración cuerpo entero eje x (Operario 2).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



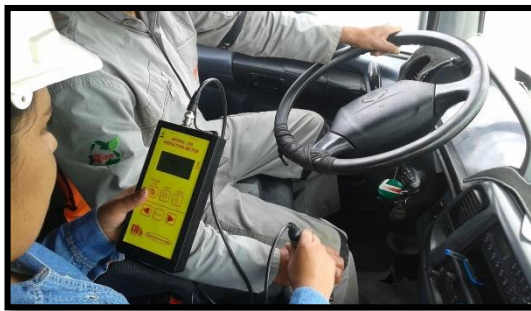
Fotografía 17. Medición Vibración cuerpo entero eje y (Operario 2).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



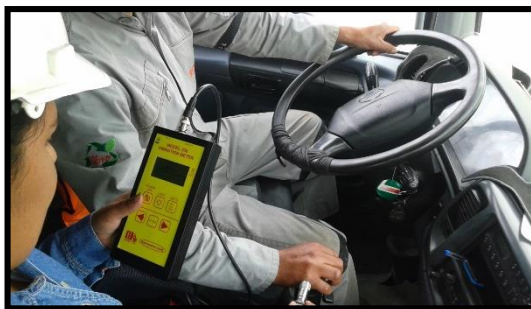
Fotografía 18. Medición Vibración cuerpo entero eje z (Operario 2).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



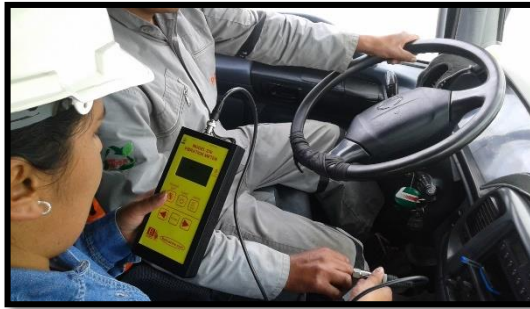
Fotografía 19. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje x (Operario 3).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



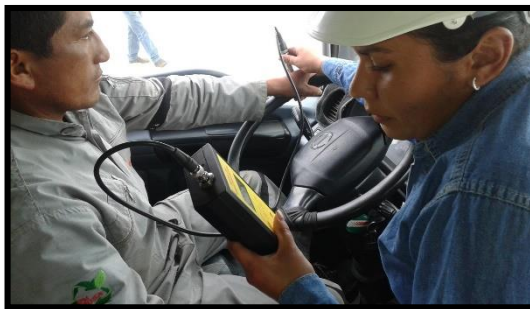
Fotografía 20. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje y (Operario 3).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



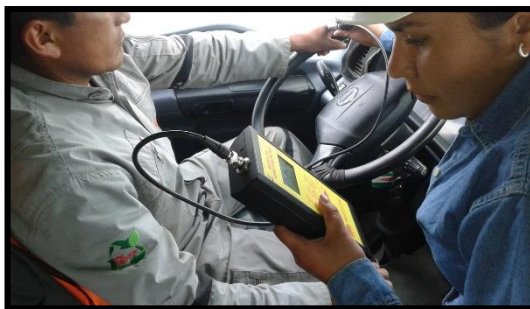
Fotografía 21. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje z (Operario 3).

FUENTE: María Belén Paredes



Fotografía 22. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje x (Operario 3).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 23. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje y (Operario 3).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



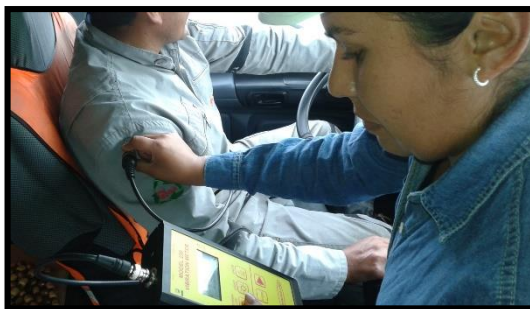
Fotografía 24. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje z (Operario 3).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 25. Medición Vibración cuerpo entero eje x (Operario 3).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 26. Medición Vibración cuerpo entero eje y (Operario 3).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



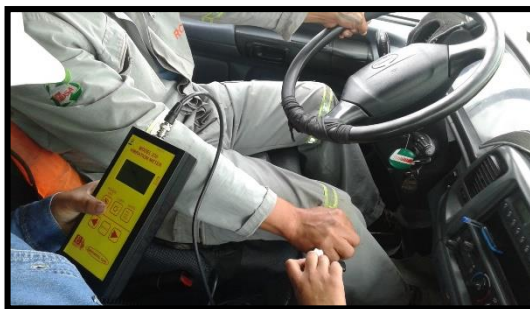
Fotografía 27. Medición Vibración cuerpo entero eje z (Operario 3).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 28. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje x (Operario 4).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



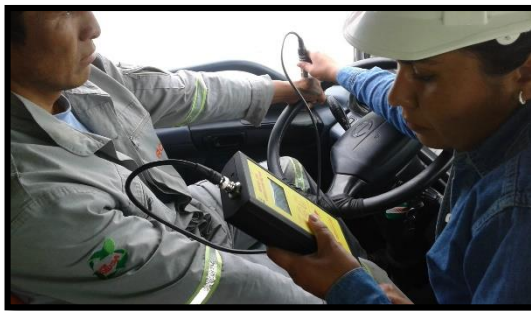
Fotografía 29. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje y (Operario 4).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



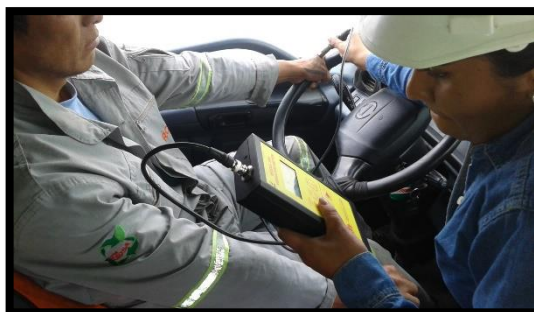
Fotografía 30. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje z (Operario 4).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 31. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje x (Operario 4).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 32. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje y (Operario 4).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 33. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje z (Operario 4).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 34. Medición Vibración cuerpo entero eje x (Operario 4).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



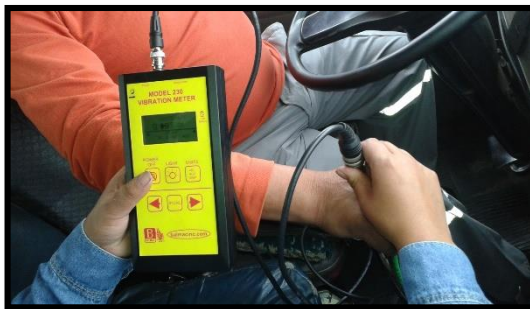
Fotografía 35. Medición Vibración cuerpo entero eje y (Operario 4).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



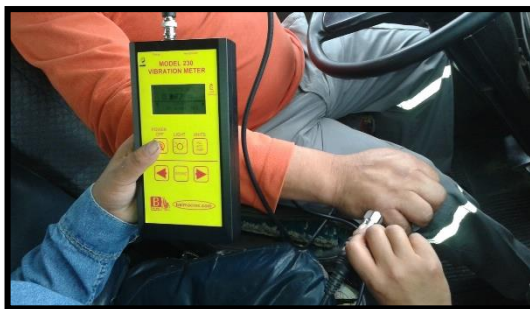
Fotografía 36. Medición Vibración cuerpo entero eje z (Operario 4).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 37. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje x (Operario 5).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 38. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje y (Operario 5).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 39. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje z (Operario 5).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 40. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje x (Operario 5).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



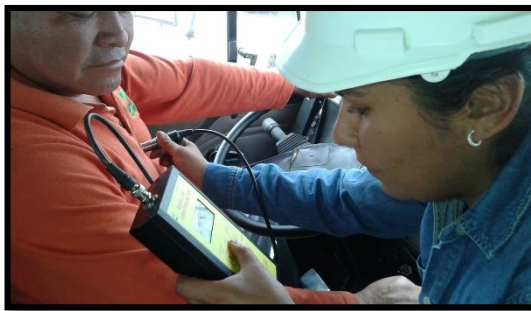
Fotografía 41. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje y (Operario 5).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 42. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje z (Operario 5).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 43. Medición Vibración cuerpo entero eje x (Operario 5).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



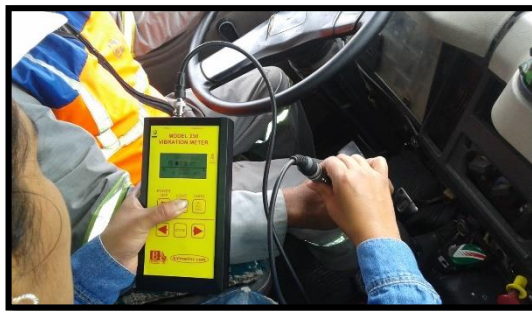
Fotografía 44. Medición Vibración cuerpo entero eje y (Operario 5).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 45. Medición Vibración cuerpo entero eje z (Operario 5).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



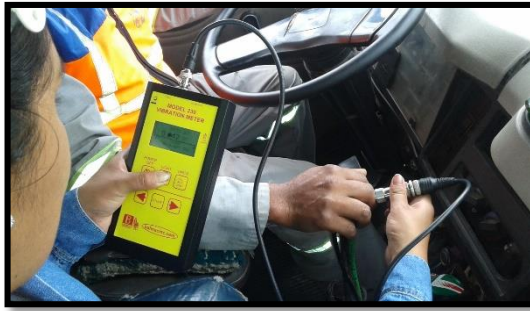
Fotografía 46. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje x (Operario 6).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



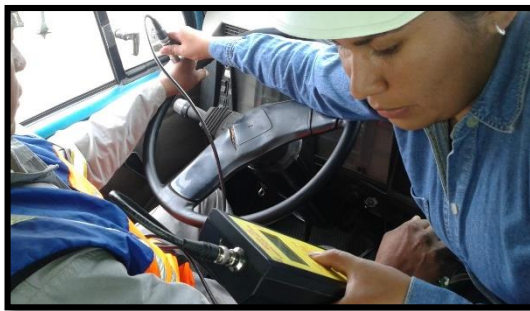
Fotografía 47. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje y (Operario 6).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



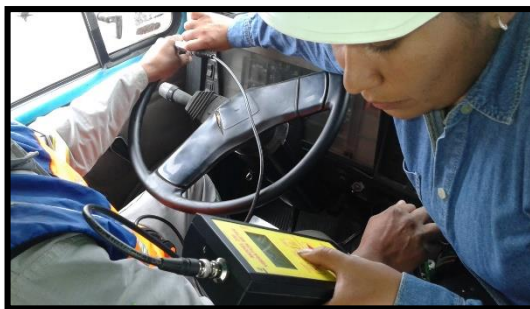
Fotografía 48. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje z (Operario 6).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 49. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje x (Operario 6).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 50. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje y (Operario 6).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 51. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje z (Operario 6).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 52. Medición Vibración cuerpo entero eje x (Operario 6).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 53. Medición Vibración cuerpo entero eje y (Operario 6).

FUENTE: María Belén Paredes



Fotografía 54. Medición Vibración cuerpo entero eje z (Operario 6).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



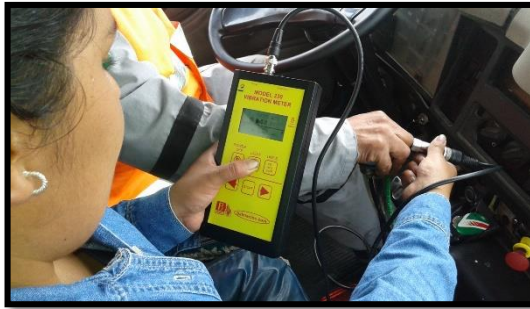
Fotografía 55. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje x (Operario 7).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 56. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje y (Operario 7).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 57. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje z (Operario 7).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 58. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje x (Operario 7).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 59. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje y (Operario 7).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 60. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje z (Operario 7).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 61. Medición Vibración cuerpo entero eje x (Operario 7).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 62. Medición Vibración cuerpo entero eje y (Operario 7).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 63. Medición Vibración cuerpo entero eje z (Operario 7).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 64. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje x (Operario 8).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



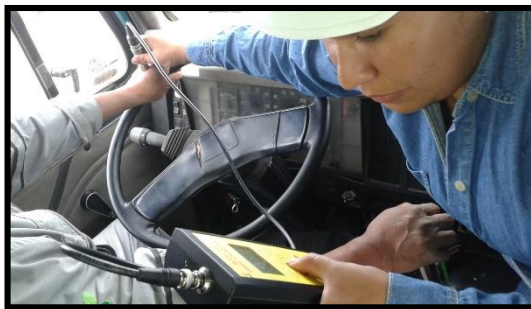
Fotografía 65. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje y (Operario 8).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 66. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje z (Operario 8).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 67. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje x (Operario 8).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



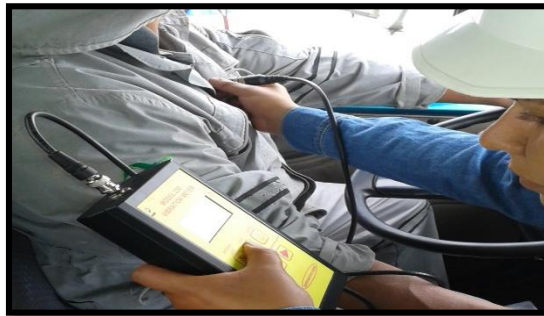
Fotografía 68. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje y (Operario 8).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 69. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje z (Operario 8).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 70. Medición Vibración cuerpo entero eje x (Operario 8).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 71. Medición Vibración cuerpo entero eje y (Operario 8).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 72. Medición Vibración cuerpo entero eje z (Operario 8).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 73. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje x (Operario 9).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 74. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje y (Operario 9).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 75. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje z (Operario 9).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 76. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje x (Operario 9).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



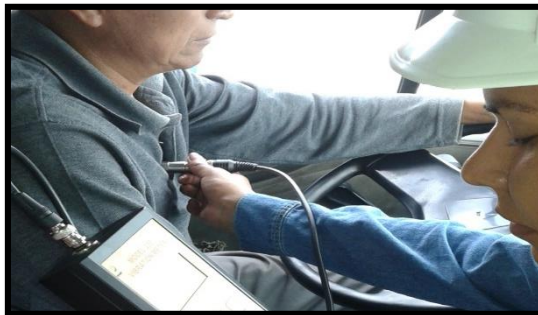
Fotografía 77. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje y (Operario 9).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 78. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje z (Operario 9).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 79. Medición Vibración cuerpo entero eje x (Operario 9).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



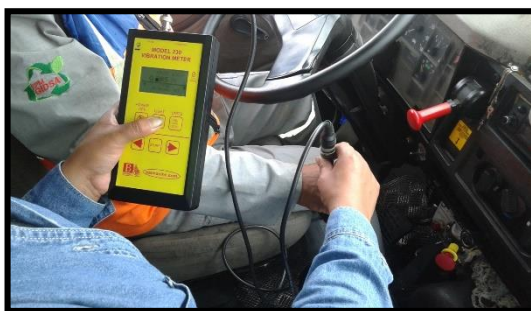
Fotografía 80. Medición Vibración cuerpo entero eje y (Operario 9).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 81. Medición Vibración cuerpo entero eje z (Operario 9).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



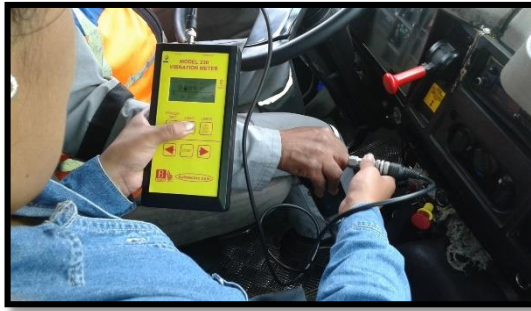
Fotografía 82. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje x (Operario 10).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 83. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje y (Operario 10).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 84. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje z (Operario 10).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 85. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje x (Operario 10).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 86. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje y (Operario 10).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 87. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje z (Operario 10).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 88. Medición Vibración cuerpo entero eje x (Operario 10).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



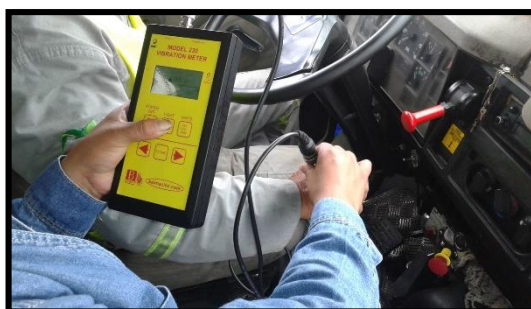
Fotografía 89. Medición Vibración cuerpo entero eje y (Operario 10).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 90. Medición Vibración cuerpo entero eje z (Operario 10).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 91. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje x (Operario 11).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 92. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje y (Operario 11).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 93. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje z (Operario 11).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



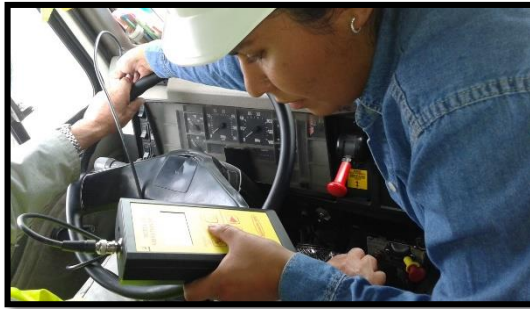
Fotografía 94. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje x (Operario 11).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



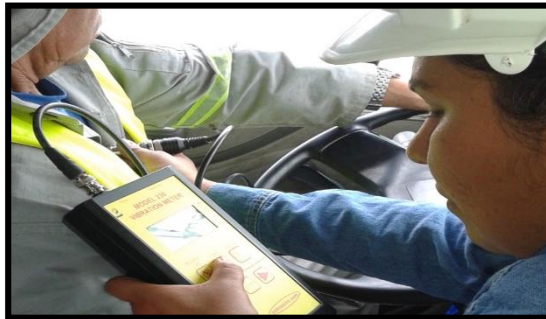
Fotografía 95. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje y (Operario 11).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



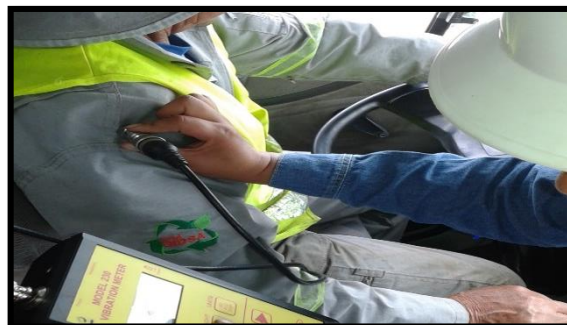
Fotografía 96. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje z (Operario 11).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 97. Medición Vibración cuerpo entero eje x (Operario 11).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



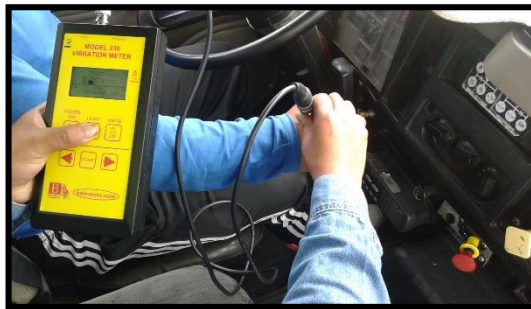
Fotografía 98. Medición Vibración cuerpo entero eje y (Operario 11).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



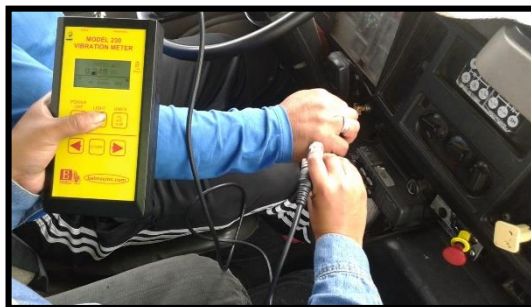
Fotografía 99. Medición Vibración cuerpo entero eje z (Operario 11).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



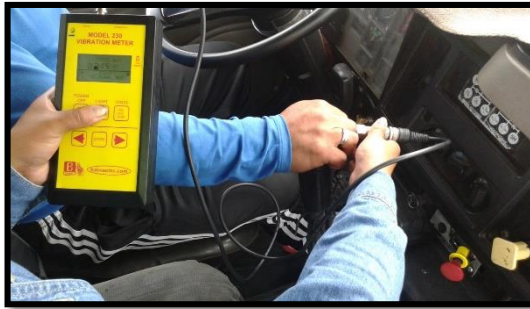
Fotografía 100. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje x (Operario 12).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



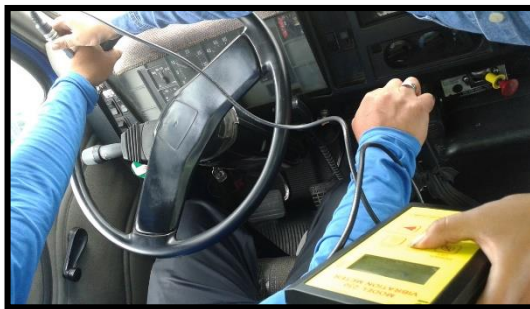
Fotografía 101. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje y (Operario 12).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 102. Medición Vibración mano brazo (derecho) eje z (Operario 12).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



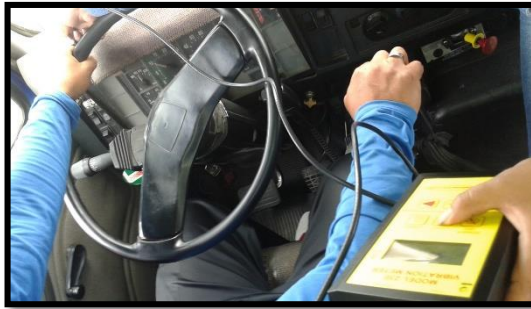
Fotografía 103. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje x (Operario 12).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 104. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje y (Operario 12).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 105. Medición Vibración mano brazo (izquierdo) eje z (Operario 12).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 106. Medición Vibración cuerpo entero eje x (Operario 12).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 107. Medición Vibración cuerpo entero eje y (Operario 12).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes



Fotografía 108. Medición Vibración cuerpo entero eje z (Operario 12).

FUENTE: Ing. María Belén Paredes

ANEXO 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE MEDICIONES DE VIBRACIONES MECÁNICAS



Vibration Meters, Transmitters, Monitoring Systems, Switches and Analyzer/Balancers

CALIBRATION VERIFICATION REPORT

1.- CUSTOMER

NAME: CONVEX S.A.

ADDRESS: REINO DE QUITO N6-118;QUITO-ECUADOR

2.- INSTRUMENT IDENTIFICATION

DESCRIPTION: VIBRO METER

BRAND: BALMAC Vibration Meters, Transmitters, Monitoring Systems, Switches and Analyzer/Balancers

MODEL: 230

S/N Nº: 120605682

DATE OF RECEIPT: 01-02-2016

RECEIVING STATE: ACORDING

3.- VERIFICATION DATE: 01-23-2016

4.- ENVIRONMENTAL CONDITIONS.

Place of measurement: Laboratory of Hearing Protection

Temperature: **22.9 °C**

Relative Humidity: **34.2 %**

Temperature and humidity were controlled with Termohigrometro Comark, model N2013, Serie Nº 05070188 calibration certificate Nº SMD-38390

5.- IDENTIFICATION OF PATTERNS AND TRACEABILITY.

a) Vibro meter BALMAC IN. Electrical Electronic In., model BALMAc 230

Velocity 0,001 to 199,99 Accepted

b) Frequency range; $\pm 5\%$ = 180 to 480,000 RPM (3 to 7,000 Hz); ± 3 dB = 24 to 840,000 RPM Accepted

c) Aceleration 0,001 to 199,99 Accepted

d) Response: 6' to 400000 RPM Accepted

PROCEDURE: Procedure check for vibration measurement equipment calibration

6.- RESULTS

6.1. Conformity all frequency range



BALMAC INC.
8205 Estates Pkwy, Ste N
Plain City, OH 43064-8080 USA

Telephone: 614-873-8222
Email: sales@balmacinc.com



balmacinc.com

ANEXO 3

ENCUESTA

ENCUESTA DE AUTOVALORACIÓN

Objetivo:

- Verificar las condiciones de trabajo actuales en los puestos de trabajo de operación de maquinaria pesada con presencia de vibraciones mecánicas en la EPM – GIDSA.

* Nota: la encuesta se basa en los parámetros de autovaloración de las condiciones de trabajo de la Nota Técnica de Prevención 182: Encuesta de autovaloración de las condiciones de trabajo.

Dirigida:

A los trabajadores del puesto de trabajo del relleno sanitario y Taller mecánico:

- Chofer de carga frontal
- Operador de tractor
- Ayudante de tractor
- Mecánico

Instrucciones:

- Lea detenidamente cada pregunta
- Marque con una X una sola respuesta según su criterio

Encuesta de autovaloración			
Cuestionario	Genérico		
1. Máquinas y herramientas	Si	No	N/A

¿Los elementos de transmisión de máquinas (engranes, volantes, correas) están protegidas?			
¿Disponen las máquinas de interruptores u otros sistemas de paro de emergencia?	Si	No	N/A
2. Herramientas	Si	No	N/A
¿Las herramientas que utilizas en tu trabajo están hechas de material adecuado?			
¿Están bien pulimentadas (no tienen rebordes)?	Si	No	N/A
¿Cuándo no se utilizan está bien guardadas en un sitio y ordenadas?	Si	No	N/A
¿Se dispone para cada caso de herramienta adecuada?	Si	No	N/A
3. Manipulación y transporte	Si	No	N/A
¿Hay normas dictadas en la empresa sobre? - situación bajo cargas suspendidas - carga y descarga de materiales			
	Si	No	N/A
¿Sus frenos funcionan bien y son potentes?			
¿El asiento del conductor es cómodo y tiene buena visibilidad?	Si	No	N/A
4. Vibraciones	Si	No	N/A
¿Puedes coger el periódico sin que tiemble en las manos?			
¿Si utilizas máquinas y herramientas	Si	No	N/A

que produzcan vibraciones, estás están dotadas de sistemas de amortiguación?			
¿Están aisladas las máquinas que producen vibraciones?	Si	No	N/A
5. Jornada	Si	No	N/A
¿Consideras adecuada la distribución?			
- del horario de trabajo			
- de los turnos			
- de las horas de descanso			
- de las horas extras			
- de las pausas			
6. Protecciones personales	Si	No	N/A
¿Para tu cargo a ejercer dentro de tu puesto de trabajo utilizas el siguiente equipo de protección personal?			
- Casco			
- Gafas			
- Protectores auditivos			
- Mascarilla			
- Mandil			
- Guantes			
- Polainas			
- Fajas y cinturones antivibraciones mecánicas			
- Calzado de seguridad con suela elástica absorbente			
¿Proporciona la empresa prendas de	Si	No	N/A

protección personal?			
¿Son adecuadas al riesgo que debe proteger?	Si	No	N/A
¿Son cómodas de usar?	Si	No	N/A
¿Se revisan periódicamente?	Si	No	N/A
¿Hay carteles que indiquen su obligatoriedad de usar dichas prendas?	Si	No	N/A
7. Síntomas causados o atribuibles al propio trabajo	Si	No	N/A
¿Ha sufrido durante su jornada laboral movimiento vibratorio de su cuerpo?			
¿Te sientes fatigado?	Si	No	N/A
¿Tienes la cabeza pesada y mareos?	Si	No	N/A

ANEXO 4

MATRIZ DE RIESGOS LABORALES POR PUESTO DE TRABAJO