

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



POSGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO DE UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ DE HERMOSILLO SONORA, DONDE LOS TRABAJADORES ESTÉN EXPUESTOS A HERRAMIENTAS MANUALES CON VIBRACIÓN

T E S I S

PRESENTADA POR:

PEDRO LUIS IBARRA ANGULO

Desarrollada para cumplir con uno de los requerimientos parciales para obtener el grado de Maestro en Ingeniería

DIRECTOR DE TESIS DR. ENRIQUE J. DE LA VEGA BUSTILLOS
CODIRECTOR DE TESIS DR. JAIME ALFONSO LEÓN DUARTE

HERMOSILLO, SONORA.

FEBRERO 2013

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

RESUMEN

Las vibraciones en extremidades superiores son las vibraciones que se introducen al cuerpo a través de las manos, estas a su vez son causadas por herramientas o piezas vibrantes que se toman o empujan con los dedos las cuales son utilizadas en distintos procesos de la industria, la agricultura, la minería y la construcción. Según varias investigaciones que se analizaron para este estudio, han demostrado que la exposición a la vibración transmitida a las manos puede provocar trastornos vasculares, neurológicos periféricos, de los huesos, de las articulaciones y musculares.

Por lo anterior el presente estudio tiene como objetivo analizar el riesgo de trabajo causado por la incidencia del fenómeno de la vibración en las extremidades superiores del trabajador en el área de pintura de la industria automotriz en donde los trabajadores están en constante contacto con herramientas vibrantes.

Para obtener los índices de riesgos laborales más bajos fue necesario realizar una evaluación de las áreas de trabajo mediante un diagnóstico del funcionamiento actual, además de analizar el tiempo de exposición de vibración, así como el grado de aceleración y que estas a su vez estén dentro de los límites permisibles de la Norma Oficial Mexicana de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (NOM 024-STPS-2001) Vibraciones-condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo. Ya que la exposición a vibración diaria, muestra dificultad para distinguir entre las consecuencias de exposiciones negligentes y no negligentes, porque los riesgos de desarrollar un desorden de trauma acumulativo (DTA) por exposición de vibraciones a las manos, también depende de los años de exposición.

Siendo uno de los objetivos de este estudio establecer con mayor exactitud las áreas de trabajo con más problemas para proponer las recomendaciones y estrategias de mejoras más adecuadas, además de contribuir a evitar un daño a la salud del trabajador.

Las variables a analizar se expusieron a estudio de estadística descriptiva y con ello se obtuvieron datos significativos para poder emitir juicios de valor sobre la información obtenida en la plataforma de trabajadores de la empresa ensambladora automotriz.

ABSTRACT

Vibrations in upper extremities are the vibrations that enter into the body through the hands, these at the same time are caused by vibrating tools or parts that are taken or push fingers which are used in different industrial processes, the agriculture, mining and construction. According to several studies that were analyzed in this study have demonstrated that exposure to vibration transmitted to the hand can cause vascular disorders, peripheral neurological, bones, joints and muscular disorders.

Therefore this study is to analyze the risk of work caused by the incidence of the phenomenon of vibration in the upper extremities of workers in the painting area of the automotive industry where workers are in constant contact with vibrating tools.

In order to get lower rates of labor risks, was necessary an assessment of the work areas with a current running diagnostics, analyzes the vibration exposure time and the degree of acceleration and, that these at the same time be within the permissible limits of the Official Mexican Standard No.24 of the Ministry of Labor and Social Prevention (NOM-024-STPS 2001) of vibration. Health and safety conditions in the workplace. As the daily vibration exposure, shows difficult to distinguish between the consequences of negligent and non-negligent exposure, because the risks of developing a cumulative trauma disorder (CTD) for vibration exposure to the hands, also depends on the years of exposure.

Being one of the objectives of this study establish more accurately the work areas with more problems to propose recommendations and more appropriate improvement strategies, and contribute to prevent harm to the health of workers.

The variables to analyze were exposed to descriptive statistical study and thus were obtained meaningful data to make value judgments on the information from the platform of workers of the automotive assembly company

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todo lo que tengo, por permitirme lograr una de mis metas con éxito y sobre todo por existir.

A mis padres por formarme como un profesionalista, además de inculcarme valores morales y espirituales, por brindarme siempre lo mejor de la vida y su apoyo incondicional para concluir con éxito mis estudios de maestría, sencillamente por ser mis padres.

Deseo agradecer a mi amiga, compañera, colega, novia y futura esposa, por ser mi soporte principal y formar parte de este proyecto, por su incomparable apoyo, comprensión, paciencia, empuje y sacrificio, por todo gracias a Naara Arely Rendón Vásquez.

Agradezco de una manera muy especial a mis directores Dr. Enrique de la Vega Bustillos y Dr. Jaime León Duarte por darme la oportunidad de concluir exitosamente la tesis y al mismo tiempo aconsejarme para tomar decisiones oportunas para el desarrollo de la misma.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI 2011) por su apoyo económico.

Por supuesto, no olvido también a mis amigos y compañeros de trabajo, Eugenio Borboa, Alfredo Cervantes, Luis Armas, Carlos Maldonado, quienes me ayudaron con su apoyo y esfuerzo por lo cual les estoy muy agradecido.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes Teóricos	1
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.3 Objetivo General	3
1.3.1 Objetivos Específicos	3
1.4 Preguntas de investigación	4
1.5 Justificación	4
1.6 Hipótesis	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Síndrome de Vibración	6
2.2 Grado de exposición	9
2.3 Antecedentes de efectos sobre la salud	9
2.4 Fenómeno de Raynaud	15
2.4.1 Enfermedad de Raynaud primaria	15
2.4.2 Fisiopatología de la enfermedad de Raynaud	16
2.4.3 Causas secundarias del Trauma del fenómeno de Raynaud	17
2.5 Síndrome de la vibración mano-brazo	17
2.5.1 Síntomas y signos de la Enfermedad de Raynaud	18
2.5.2 Afecciones osteo-articulaciones por vibración mano-brazo.....	19
2.5.3 Otros efectos	20
2.6 Síndrome del túnel carpiano (CTS).....	20
2.6.1 Tratamiento y Gestión	22
2.6.2 Mantenimiento predictivo	23

2.7 Epidemiología del síndrome de vibración mano-brazo	24
2.8 Reversibilidad de HAVS.....	27
2.9 Trastornos con el trabajo manual y las vibraciones transmitidas a las manos...	28
2.10 Factores ergonómicos de estrés asociado con herramientas manuales eléctricas.....	29
2.11 Factores ergonómicos de estrés y sus efectos sobre la transmisión de vibraciones y exposición de vibraciones	30
2.11.1 Interfaz herramienta-trabajador	30
2.11.2 Las propiedades de herramientas intrínsecas	30
2.11.3 Interfaz de la herramienta-material.....	30
2.11.4 Efectos de vibración factores de estrés CTD.....	31
2.12 Mediciones y los Principios Básicos de Vibración Mano-Brazo	32
2.12.1 Medición de vibración sistemas de coordenadas	32
2.12.2 Principios básicos.....	32
2.12.3 Medición de vibraciones	33
2.12.4 Vibraciones análisis de datos	33
3. METODOLOGÍA	34
3.1 Proceso de investigación	34
3.2 Procedimiento para realizar la identificación de la población objeto de estudio.	35
3.3 Identificación de factores a evaluar en los centros de trabajo.....	37
3.4 Sistema de medición y utilización de instrumentos.....	37
3.4.1 Recomendaciones para la realización de la medición	39
3.4.2 Límites máximos permisibles de exposición	39
3.4.3 Colocación del acelerómetro	40
3.4.4 El cable de conexión	40
3.4.5 Duración de la medida.....	40
4. ANALISIS DE DATOS	41
4.1 Análisis de resultados por estación.....	41
4.2 Interpretación de Datos.....	44
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
6. REFERENCIAS.....	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Estructura metodológica de la investigación	34
Figura 3.2. Evaluación del puesto de trabajo	36
Figura 3.3. Sistemas Biodinámico y Basicéntrico de Coordenadas	38
Figura 3.4. Acelerómetro Triaxial	38
Figura 3.5. Data Log.....	38

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Etapas del síndrome de vibración	8
Tabla 2.2. Trabajadores expuestos a vibración mano-brazo.....	9
Tabla 2.3. Prevalencia del síndrome de vibración etapas de las poblaciones de fundición y el astillero	10
Tabla 2.4. Duración de la exposición y severidad de efectos en la salud de trabajadores de la fundición Con Hamers Chipping	11
Tabla 2.5. Duración de la exposición y severidad de efectos en la salud de los trabajadores de astilleros con martillos Chipping	12
Tabla 2.6. Periodo de latencia del síndrome de vibración de los Trabajadores de Fundiciones y Astilleros.....	13
Tabla 3.1. Límites permisibles de la exposición a la vibración	39
Tabla 4.1. Ejemplo de datos que te arroja el data log	42
Tabla 4.2. Resultados de intensidad de vibración	43
Tabla 4.3. Valores de límites de exposición a la vibración	43
Tabla 4.4. Utilización de pulidora y lijadora diaria	45
Tabla 4.5. Valores límites para 1 hora y menos de 2 horas	45
Tabla 4.6. Criterios de evaluación	45
Tabla 4.7. Resumen de análisis de datos de 32 estaciones del área de pintura.....	46

1. INTRODUCCION

Mansfield (2005) comenta que la humanidad siempre ha tenido el deseo de construir, crear y explorar. Cada una de estas actividades ha sufrido las repercusiones de someterse a la exposición de la vibración, la fuente de esta situación física proviene de la conducción de ondas elásticas a través de los cuerpos, dándose esta conducción desde el uso de la primitiva hacha, sierras de mano, el uso de herramientas eléctricas, máquinas industriales, aviones, trenes y automóviles.

Con el paso del tiempo, el hombre moderno ha aprovechado las fuentes de energía de manera más eficiente, los aparatos utilizados para construir, crear, y explorar han utilizado más energía y, en consecuencia, una mayor cantidad de energía se han disipado en forma de vibraciones, algunas de las cuales se ha transmitido a la gente. Esto sucediendo y explicándose con la pérdida de energía en los procesos y entendiéndose en el cambio de tipos de energía (Mansfield, 2005).

En relación a los factores de riesgo ergonómicos físicos, las vibraciones ocupan un primer lugar como causa de lesiones musculoesqueléticas en extremidades superiores y columna. La mayoría de la evidencia científica establece una fuerte relación causa-efecto entre la exposición a vibraciones y la aparición de lesiones (Rehn, 2004).

1.1 Antecedentes Teóricos

A menudo los trabajadores no pueden escoger sus centros y herramientas de trabajo, por lo cual se ven obligados a adaptarse a condiciones laborales mal diseñadas e inadecuadas a sus propias condiciones físicas, las cuales según menciona la National Research Council (2001) pueden ocasionar lesiones graves en manos, muñecas, articulaciones, espalda u otras partes del organismo. Según Griffin (1944) la respuesta humana a las vibraciones depende de la duración total de la exposición a las vibraciones. Por lo que generalmente ese tipo de lesiones son desarrolladas lentamente, a lo largo de meses o de años y son difíciles de percibir.

Las vibraciones transmitidas a las manos son las vibraciones que se introducen al cuerpo a través de las manos. Son causadas por distintos procesos industriales, en los que se agarran o empujan herramientas o piezas vibrantes con las manos o los dedos (National Research Council, 2001).

Armstrong y compañeros (1995) mencionan que el uso de herramientas manuales en el trabajo industrial, puede implicar que el uso repetitivo de la herramienta genere un daño serio por movimiento excéntrico de la misma (alargamiento del musculo), también por esfuerzos y por un rápido aumento de las fuerzas generadas por la propia herramienta.

Griffin (1994) comenta que las consecuencias de la negligencia de un empleador pueden ser estimadas por el comienzo de la evolución del desorden físico, pudiéndose evitar, reduciendo la magnitud de vibración y la duración de exposición al mínimo alcance permitido según las circunstancias, a su vez menciona que es de primordial importancia investigar las lesiones de este tipo, lo que puede comenzar como una sola incomodidad pueden acabar en algunos casos, en lesiones o enfermedades que incapaciten gravemente al trabajador o de por vida que impidan al trabajador no volver a desempeñar sus tareas.

La empresa objeto de estudio, durante su proceso de producción, utilizan una gran variedad de herramientas manuales, las cuales generan vibración y en donde los trabajadores están expuestos a ella. Aunque su frecuencia pareciera ser no muy alta, en cuanto a efectos o daños de salud, se percibe como riesgo de salud sin gran relevancia (Griffin, 1994).

Sin embargo en un análisis de la aplicabilidad de la Norma Oficial Mexicana De La Secretaria De Trabajo y Previsión Social NOM-024-STPS-2001, Vibraciones- Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, encontramos que la baja incidencia en el reporte de efectos, se debe a una inconsistencia en el estudio, evaluación y prevención de las vibraciones en los centros de trabajo, acompañada de la falta de aplicación de esta norma, al considerarse un tema de alta complejidad.

1.2 Planteamiento del problema

Esta investigación se empezó principalmente por una inquietud de la planta manufacturera automotriz de Sonora, debido a que utiliza en sus procedimientos de producción herramientas manuales que generan vibración, por tal razón la empresa solicitó realizar un análisis detallado sobre el agente Vibración porque desconoce en sus empleados el nivel de exposición de este agente ya que no se ha realizado un diagnóstico a conciencia de este factor.

El aumento en los re trabajo o fallas en el producto muestran señales de incremento en la fatiga física de los trabajadores en sus extremidades superiores la cual podría deberse a exposición a vibración en dosis no adecuadas y las cuales podrían desencadenar desordenes musculo esqueléticos. Además de interferir en la salud del trabajador dicha empresa podría presentar perdidas en la capacidad de producción y obtener un aumento en incapacidades médicas.

Por lo anterior la intención de esta investigación será identificar y evaluar los riesgos laborales en las zonas de mayor impacto que son afectadas por vibración, sustentándonos en la Norma Oficial Mexicana N°024 de la Secretaria de Trabajo y Prevención Social NOM-024-STPS-2001, Vibraciones-Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, la cual nos permitirá valorar los efectos, tanto en el trabajador como en la producción. Con ello se está en mejores posibilidades de encontrar solución a la problemática en cuestión.

1.3 Objetivo general

Analizar y evaluar el riesgo de trabajo por vibraciones en extremidades superiores en el área de pintura de la empresa manufacturera automotriz de Hermosillo.

1.3.1 Objetivos específicos

- Realizar una evaluación de los centros de trabajo, así como las herramientas manuales vibrantes del área de pintura.

- Analizar el tiempo y el nivel de vibración al que se encuentra expuesto el trabajador en su jornada laboral.

1.4 Preguntas de investigación

1. ¿Cuáles son los posibles riesgos al estar expuestos a la vibración y cuales áreas del cuerpo son las afectadas?
2. ¿Qué tipo de trastornos sufre un trabajador si sus extremidades superiores se ven expuestos a altos niveles de vibración?
3. ¿En qué fundamentos debe centrarse la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a vibraciones en extremidades superiores?

1.5 Justificación

Tomando como antecedente la problemática antes planteada, la información que muestre la siguiente investigación permitirá analizar y conocer el nivel de vibración y el tiempo de exposición a este factor en el que se encuentren los centros de trabajo del departamento del área de pintura de la empresa Manufacturera Automotriz de Sonora y a su vez dichos datos servirán como base para establecer si los valores arrojados se encuentran dentro de los límites permisibles en la NOM-024-STPS-2001, Vibraciones-Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo y así crear recomendaciones que la empresa pueda tomar en consideración para reducir los riesgos de trabajo de exposición a la vibración.

Esta investigación pretende apoyar a la empresa manufacturera automotriz, ya que con la evaluación de riesgos de exposición a la vibración redundará en una disminución de accidentes y menos incapacidades médicas, contribuyendo al bienestar de la salud del trabajador evitando se generen lesiones musco-esqueléticas siendo este el objetivo principal de dicho diagnóstico.

Y por ende tendrá un impacto económico ya que con un personal saludable y conforme, se podrá obtener un incremento en la producción, y una reducción de gastos en incapacidades médicas.

1.6 Hipótesis

Al analizar y evaluar los riesgos de trabajo de vibración en los centros de trabajo del departamento de pintura de la empresa manufacturera automotriz contribuirá a un mejoramiento de su operatividad.

2. MARCO TEORICO

La siguiente investigación se sustenta con los siguientes conceptos como referencia para entender los términos y métodos utilizados en la misma.

2.1 Síndrome de vibración

A la luz de un reciente estudio exhaustivo en junio de 1997, realizado por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), el Instituto concluye que las herramientas de mano pueden causar el síndrome de la vibración, una condición también conocida como el dedo blanco y el fenómeno de Raynaud de origen ocupacional. El síndrome de la vibración ha causado adversos efectos en los nervios de los dedos. Los signos y síntomas incluyen entumecimiento, dolor y palidez. Es de particular preocupación la evidencia de los estudios avanzados del síndrome de la vibración después de una exposición tan breve como un año. NIOSH recomienda rediseñar las herramientas o los mangos de las herramientas para que las muñecas del usuario puedan mantener una posición más natural durante el trabajo y el rediseño de las estaciones de trabajo para minimizar la vibración. Donde los trabajos no pueden ser rediseñados para eliminar las herramientas que vibran, como martillos neumáticos, sierras de gasolina de la cadena, y otras herramientas de mano. Los controles de ingeniería, prácticas de trabajo y controles administrativos deben ser empleados para minimizar la exposición (Millar, 2002).

Los profesionales de la salud y la seguridad, los empleadores y trabajadores deben ser alertados de la información reciente sobre los riesgos potenciales de herramientas manuales de vibración. Un amplio estudio recientemente realizado por NIOSH demuestra la gravedad del síndrome de vibración y ofrece una medida exacta de su prevalencia. El estudio reportado por los profesionales de la salud sugiere que dicho síndrome es grave. Los trabajadores tienden a subestimarlos porque los síntomas son intermitentes y se producen con más frecuencia cuando no están presentes en el consultorio de un médico (por ejemplo, temprano en la mañana o

cuando las manos están frías o húmedas). Además, muchos trabajadores no están familiarizados con la gravedad potencial del síndrome de vibración. Los casos tienden a ser reportados por los médicos porque la mayoría no han sido informados de cómo distinguir los síntomas del fenómeno de Raynaud de otras condiciones como la pérdida de sensibilidad que se produce. En consecuencia, muchos médicos no realizan el examen clínico adecuado ni realizan la entrevista adecuada para poner a prueba la existencia del síndrome de la vibración (Millar, 2002).

Según Millar (2002), la aplicación de las recomendaciones de NIOSH debería reducir la incidencia y gravedad del síndrome de vibración. Sin embargo, los datos existentes son insuficientes para recomendar una duración segura y la intensidad de la exposición o prácticas de trabajo específicas que eviten la aparición del síndrome de la vibración. A través de investigaciones, NIOSH está buscando información adicional sobre la relación entre la duración de la exposición y el síndrome de la vibración, así como las tecnologías de control eficaces para prevenir el síndrome de la vibración.

Según Pelmeur (1992) El fenómeno de Raynaud fue descrito por primera vez como "una condición, un síncope local [pérdida de circulación de la sangre], donde las personas ven a uno o más dedos convertirse en blanco y frío al mismo tiempo". En 1 a 3% de los casos, estos ataques son cada vez más grave en los últimos años, lo que lleva a los dedos azules y fríos, a pesar de que la piel se atrofia, ulceración o gangrena. "Primario" el fenómeno de Raynaud, descrito originalmente por el Dr. Maurice Raynaud, ocurre de manera espontánea en menos de 15% de la población general. La proporción de mujeres a los varones es de cinco a uno. "secundario" el fenómeno de Raynaud tiene los mismos signos y síntomas y avanza por las mismas etapas de la gravedad, pero puede estar relacionada con una causa específica (es decir, otras condiciones médicas, cloruro de vinilo, o las herramientas de mano vibrantes). Algunas condiciones médicas, especialmente las fracturas, laceraciones, síndrome costoclavicular, enfermedades del tejido conectivo, trastornos vasculares, tales como la enfermedad de Buerger, aterosclerosis generalizada, o una larga historia de hipertensión arterial, pueden dar lugar a los mismos signos y síntomas

como fenómeno de Raynaud primario. Lo anterior se limita a una discusión del fenómeno de Raynaud secundario resultante de la utilización de herramientas manuales vibrantes, conocido como síndrome de la vibración.

Las primeras etapas del síndrome de la vibración se caracterizan por sensación de hormigueo o entumecimiento en los dedos. Hormigueo o entumecimiento temporal durante o poco después el uso de una herramienta manual que genera vibración no se considera el síndrome de vibración. Para ser diagnosticado como síndrome de la vibración, los síntomas neurológicos deben ser más persistentes y ocurren sin provocación por parte de la exposición inmediata a las vibraciones. Otros síntomas del síndrome de vibración incluyen palidez, dolor y enrojecimiento. Los síntomas usualmente aparecen de repente y se precipitan por la exposición al frío. Con la exposición continua a las vibraciones, los signos y los síntomas se agravan y la patología puede llegar a ser irreversible (Pelmeur, 1992).

La gravedad del síndrome de vibración se puede medir con un sistema de clasificación desarrollado por Taylor. Después de una observación clínica y una entrevista, un trabajador puede ser colocado en una de las categorías en la Tabla 2.1. Aspectos clínicos del síndrome de la vibración se discuten en el Apéndice.

Etapas	Condición de los dedos	Trabajo y la interferencia social
0	No hormigueo, entumecimiento, o la palidez de los dedos	No hay quejas
OT	hormigueo intermitente	No interfiere con las actividades
ON	Entumecimiento intermitente	No interfiere con las actividades
TN	Intermitente sensación de hormigueo y adormecimiento	No interfiere con las actividades
1	Palidez de los dedos, con o sin sensación de hormigueo y / o entumecimiento	No interfiere con las actividades
2	El blanqueo de uno o más dedos más allá de consejos, por lo general durante el invierno	Posibles interferencias con las actividades fuera del trabajo, sin interferencias en el trabajo
3	Escaldado extensivo de los dedos, durante el verano y el invierno	Interferencias definido en el trabajo, en casa, y con las actividades sociales, la restricción de las aficiones
4	Escaldado extensivo de la mayoría de los dedos, durante el verano y el invierno	Ocupación por lo general cambiado debido a la gravedad de los signos y síntomas

Tabla 2.1 Etapas del síndrome de vibración según Millar (2002)

2.2 Grado de exposición

Basado en un estudio de 1974 de la exposición ocupacional a la vibración, el NIOSH estima que 1,2 millones de trabajadores en los Estados Unidos están potencialmente expuestos a vibración mano-brazo (Tabla 2.2). Estos trabajadores están potencialmente en riesgo de desarrollar síndrome de la vibración.

N ° de trabajadores	Industria	Tipo de herramienta
500,000	Construcción	Herramientas de mano
200,000	Agricultura	Sierras de gasolina de la cadena
14,000	Trabajo de los metales	Herramientas de mano
54,000	Acero	Horno de limpieza con herramientas de mano impulsados
30,000	Madera y la madera	Sierras de cadena de la gasolina
34,000	Fabricación de muebles	Herramientas de mano
100,000	Minería	Taladros neumáticos
250,000	Camiones y de fabricación de automóviles	Herramientas de mano
64,000	Fundiciones	Herramientas de mano
Total 1,246,000		

Tabla 2.2 Trabajadores expuestos a vibración mano-brazo, según Millar (2002).

2.3 Antecedentes de efectos sobre la salud

Aunque los trabajadores individuales informaron de síntomas de fenómeno de Raynaud y muchos estudios publicados indican que la exposición ocupacional a la vibración no causa el síndrome de vibración, son pocas las historias clínicas del síndrome de vibración (Pelmear, 1992).

En 1979, la Oficina de Estadística del Sistema Complementario de Trabajo de Datos contenía menos de 39 casos que podrían haber sido síndrome de vibración. Para resolver la cuestión de si el síndrome de vibración es una enfermedad rara, o si el pequeño número de casos registrados es, de hecho, debido al subregistro que NIOSH llevó a cabo en un recién terminado estudio integral diseñado para evitar los problemas observados en el previamente publicado estudios (Millar, 2002).

NIOSH (1997), estudió 385 trabajadores expuestos a vibraciones mano-brazo de martillos neumáticos y molinos de dos fundiciones y un astillero. Los trabajadores de las fundiciones y el astillero que nunca habían usado herramientas manuales

vibrantes componen el grupo de control. Los trabajadores de los grupos expuestos se encontraban en los lugares de trabajo igual que el grupo de control de los trabajadores, y fueron expuestos a herramientas manuales de vibración, mientras que en el trabajo un médico en el equipo de investigación que tenía una amplia experiencia en el diagnóstico del síndrome de vibración examinó a cada trabajador. Con base en la observación clínica y la entrevista, cada trabajador fue colocado en cada una de las etapas que muestra la Tabla 2.3. Ni el trabajador ni el médico dijeron que el trabajador fue clasificado como expuesto o control.

En las fundiciones, el 47% de los trabajadores expuestos tenían el síndrome de vibración avanzada (etapa 1 o más graves), el 19% de los trabajadores expuestos en los astilleros fueron afectados de manera similar. Aunque no hay trabajadores en el grupo control se encontró que el síndrome de vibración, el 83% de los trabajadores expuestos en las fundiciones y el 64% de los trabajadores de los astilleros expuestos tenían síntomas perceptibles. La Tabla 2.3 muestra la prevalencia del síndrome de vibración de fase entre los trabajadores (Millar, 2002).

	Etapas del Síndrome de Vibración	Controles	Los trabajadores expuestos			
		Fundiciones y astillero N=63*	Fundiciones N=147*		Astillero N=58*	
Circulatorio	3	0%	5%		5%	
Los síntomas combina los síntomas	2	0%	22%		5%	
	1	0%	20%		9%	
			Subtotal	47%	Subtotal	19%
Neurológicos	TN	0%	20%		17%	
Los síntomas solo	ON	0%	7%		17%	
	OT	0%	9%		11%	
			Subtotal	36%	Subtotal	45%
No hay síntomas	0	100%	17%		36%	
Total		100%	100%		100%	

Tabla 2.3 Prevalencia del síndrome de vibración etapas de las poblaciones de fundición y el astillero según Millar (2002).*

N = Número de trabajadores

Los trabajadores expuestos a condiciones médicas que pueden producir signos y síntomas similares a la del fenómeno de Raynaud fueron excluidos de ambos grupos de control. De los estudios realizados en los Estados Unidos, estas tasas de prevalencia son la mejor evidencia disponible de que fenómeno de Raynaud enlaza la exposición a vibraciones. Estos datos demuestran la potencial gravedad del síndrome de vibración en las fundiciones y astilleros, y por implicación en otros lugares de trabajo donde hay herramientas similares y operaciones.

Existe una relación directa entre los años expuestos a la vibración y la prevalencia del síndrome de vibración (ver Tabla 2.4). El síndrome de vibración de la etapa 1 o mayor gravedad se encuentra en el 31% de los trabajadores expuestos 1.5 años o menos, el 41% de los trabajadores expuestos 1.5 a 3 años, y el 71% de los trabajadores expuestos a más de 3 años. Una relación similar se observó de los trabajadores en los astilleros como se muestra en la Tabla 2.5 (Millar, 2002).

Síndrome de la vibración	Duración de la exposición (años) y prevalencia de síntomas			Porcentaje del total de trabajadores en una etapa
	Menos de 1.5	1.5 - 3.0	Más de 3.0	
Etapa	<u>N=66**</u>	<u>N=29**</u>	<u>N=52**</u>	<u>N=147**</u>
1	20%	17%	21%	20%
02 y 03	11%	24%	50%	27%
OT, ON, y TN	48%	48%	14%	36%
OO	21%	11%	15%	17%
Total	100%	100%	100%	100%

Tabla 2.4 Duración de la exposición y severidad de efectos en la salud de trabajadores de la fundición Con Hamers Chipping, según Millar (2002).

* Chi cuadrado valor de 29,8 con una p menor que 0,00001

** N = Número de trabajadores

Etapa	Duración de la exposición (años) y porcentaje de trabajadores en una etapa			
	Menos de 5.0 <u>N=22**</u>	5.0-15.0 <u>N=17**</u>	Más de 15.0 <u>N=19**</u>	Porcentaje del total de trabajadores en una etapa <u>N=58**</u>
TN, 01, 02, y 03	23%	29%	58%	36%
OT y ON	32%	18%	32%	28%
OO	45%	53%	10%	36%
Total	100%	100%	100%	100%

Tabla 2.5 Duración de la exposición y severidad de efectos en la salud de los trabajadores de astilleros con martillos Chipping *, según Millar (2002).

* Valor de Chi cuadrado de 9,9 con $p = .041$

** N = Número de trabajadores

NIOSH (1997), también analizó la cantidad de tiempo entre la exposición ocupacional inicial y el inicio de los síntomas. Esto se da para cada etapa en la Tabla 2.6. El tiempo promedio para la aparición de escaldado y el síndrome de vibración avanzada de la etapa 1 o de mayor gravedad para los trabajadores de la fundición, fue de 2 años, y para los trabajadores del astillero de 17 años. No hay una explicación definitiva para esta diferencia, sin embargo se podría atribuir a la variación de las actividades en el trabajo.

	Fundiciones		Astilleros	
	Número de los trabajadores	promedio estado latente (Años)	Número de los trabajadores	promedio estado latente (Años)
Latencia de hormigueo de los trabajadores con las etapas OT,TN, 01, 02, 03 (excluye ON)	94	2	21	9
Latencia de adormecimiento de los trabajadores con tramos ON,TN, 01, 02, 03 (excluye OT)	80	2	26	12
Latencia de blanqueo de los trabajadores con las etapas 01, 02, 03	69	2	11	17

Tabla 2.6 *Periodo de latencia del síndrome de vibración de los Trabajadores de Fundiciones y Astilleros, según Millar (2002).*

Los resultados del estudio de NIOSH corroboran muchos de los estudios publicados sobre el fenómeno de Raynaud y la vibración. En 1918, Hamilton estudió a los trabajadores que utilizan martillos neumáticos y los taladros en las canteras de piedra caliza de Indiana, y la describe como "anemia espástica de las manos" fue descrita por 0,8 el síndrome de la vibración en los años 1930 y 1940 por Seyring, que estudió los trabajadores en fundiciones de Hierro ; por Hunt, quien estudió remachadoras neumáticas que utilizan herramientas de mano, por Telford, que estudió a los trabajadores que utilizan accionamiento eléctrico de alta velocidad de rotación herramientas de mano y por Ágata y Druett, que examinó a los trabajadores de reparto que utiliza molienda. Dart informó el síndrome de la vibración de los 112 trabajadores que utilizan herramientas neumáticas y eléctricas en la industria aeronáutica de EE.UU.

En 1960, Pecora concluyó que el síndrome de vibración "puede haberse convertido en una extinción común de enfermedad profesional en este país [Estados Unidos]". Esta constatación es incompatible, sin embargo, con las investigaciones de muchos países que se han publicado antes y después del reporte. Esto puede ser debido al

hecho de que Pecora basó sus conclusiones en los resultados de una encuesta de médicos del trabajo, una revisión de la información de salud y los resultados de un examen de algunos trabajadores.

Ashe y colaboradores informaron sobre un pequeño número de perforadores de las minas de roca dura de Saskatchewan, Canadá, de los cuales siete fueron examinados en el hospital, en estas investigaciones clínicas, la arteriografía y las biopsias se realizaron en las arterias digitales de los dedos. En el peor de los casos, hubo grandes daños a la arteria digital con el estrechamiento de los vasos sanguíneos. Esta investigación demostró que la exposición prolongada a la vibración podría conducir a graves daños patológicos en las arterias digitales de los dedos (Millar, 2002).

Otros estudios se han llevado a cabo desde que el estudio de NIOSH se inició. En los Estados Unidos, Taylor examinó a trabajadores de la fundición que utilizan herramientas manuales neumáticas, en Italia, Bovenzi trabajadores de los astilleros, Kasamatsu y cols (1992) estudiaron cadena japonesa vio los operadores, y Harada y Matsumoto examinó tres grupos de trabajadores expuestos a los diferentes tipos de vibración (perforadores de roca en una mina de zinc, picar-martillo operadores en una fundición de hierro, y carteros motocicleta). Todos los estudios encontraron evidencia significativa del síndrome de vibración.

El punto exacto en que el síndrome de la vibración se convierte en irreversible, no se ha establecido firmemente. Recientemente Taylor (1992) informó el efecto de los niveles de reducción de las vibraciones de la gravedad y la prevalencia del síndrome de vibración. Después de que las sierras de cadena antivibración se había introducido en Inglaterra, Taylor encontró que la prevalencia global del síndrome de vibración ha disminuido. El Síndrome de la vibración fue menos frecuente en los trabajadores que utilizan sólo sierras antivibración que entre los trabajadores que utilizan otros tipos de sierras. Además, en los usuarios de sierras de antivibración había una disminución general de la gravedad del síndrome. Los resultados de estudios como éste han llevado al rediseño de otras herramientas para reducir el grado de vibración. Por ejemplo, el ARO ® 8316 martillo neumático y la ampliación

del Vasto Hardill VHB-80 ® neumático pavimento interruptor fueron diseñados específicamente para reducir la vibración y los niveles de ruido.

A pesar de numerosas investigaciones, se sabe poco sobre las bases fisiológicas del síndrome de la vibración o los parámetros específicos de vibración, tales como el espectro de frecuencia de aceleración, o la energía transferida a la mano, son las más necesarias para el control. Las etapas progresivas del síndrome de vibración surgen del efecto acumulativo de la vibración inducida por el trauma de la mano del uso regular y prolongado de herramientas de mano vibrantes en ciertas ocupaciones. Sólo recientemente han sido desarrollados métodos para llevar a cabo la reproducción de mediciones de vibración. En el estudio de NIOSH (1997), los niveles de aceleración se midieron en tres direcciones ortogonales. Para minimizar la distorsión en la medición de la aceleración, el más ligero de los acelerómetros disponibles fue seleccionado y se montaron con fuerza a la herramienta de vibración. Para las herramientas con las tasas de aceleración alta, tales como picadoras, el acelerómetro se montó en un accesorio que se soldó al cincel. Los aparatos de medición fueron calibrados antes y después de cada medición. (Millar, 2002).

2.4 Fenómeno de Raynaud

El fenómeno de Raynaud proviene del nombre de Maurice Raynaud (1834-1881), se puede definir como la construcción intermitente de los vasos periféricos, arteriolas y venas, cambio de color en las extremidades de la piel, palidez y cianosis de ambos. Este fenómeno, comúnmente precipitado por la exposición al frío, puede ocurrir sobre todo en la enfermedad de Raynaud, o en asociación con una serie de afecciones o enfermedades (Pelmear, Taylor, Wassrman, 1992).

2.4.1 Enfermedad de Raynaud primaria

Como menciona Pelmeear (1992), Raynaud trató de demostrar que existía una gran variedad de gangrena seca que afecta a las extremidades y que era imposible de explicar por una obstrucción vascular. Durante muchos años, "fueron palidez intermitente de Raynaud, cianosis, dolor, o gangrena de las manos, pies, nariz, oídos

o los síntomas. Posteriormente, se reconoció que a pesar de que la enfermedad Raynaud era una entidad clínica, el blanqueo de dígitos (que es el fenómeno de Raynaud) se asocia con muchos trastornos diferentes.

Por lo tanto, reconocemos el Fenómeno de Raynaud como primario principalmente, y como secundario con las demás condiciones. Las características distintivas de la enfermedad de Raynaud están bien definidas. La edad de aparición es generalmente de 11 a 45 años y el 77 por ciento son mujeres. La palidez de los dedos suele ser bilateral y cianosis puede ser visto antes o después del escaldado, seguido por enrojecimiento cuando se recupera del ataque. El escaldado cuando está completamente establecido normalmente se extiende a la base de todos los dedos e incluso puede suponer la punta de los dedos pulgares y las palmas de las manos. En el 50-61 por ciento de los casos, sólo los dedos se ven afectados, en 36 a 43 por ciento de los dedos del pie y los dedos. El frío es la causa más frecuente de los ataques vasoespástica, pero el estrés emocional puede ser una causa adicional de la precipitación en un 60 por ciento. Además, la presión en los dedos, junto con la exposición al frío, es uno de los factores más comunes que la instigación. Alrededor del 13 por ciento de los pacientes tienen cambios de dígitos tróficos (Pealmear, et al.,1992).

La prevalencia de la enfermedad de Raynaud en la comunidad dependerá de las condiciones climáticas de diferentes zonas de temperatura, y puede ser tan alto como 30 por ciento, pero por lo general al menos el 10 por ciento en las zonas templadas. La enfermedad en los hombres es similar a la de las mujeres, aunque pocos hombres se ven afectados, y los varones en la industria por lo general tienen una prevalencia de 6.5 por ciento. El pronóstico depende de una serie de factores. Moverse a un clima más cálido, elimina los síntomas en la mayoría de los casos (Pealmear, et al.,1992).

2.4.2 Fisiopatología de la enfermedad de Raynaud

La enfermedad de Raynaud puede ocurrir en varios miembros de una familia, lo que sugiere un factor hereditario o genético. Raynaud concluye que no existe ningún

obstáculo para el flujo de la sangre dentro de los capilares, sino que la circulación se "aflojó", y que los síntomas fueron causados por un espasmo de los vasos capilares, debido a hiperactividad del sistema nervioso simpático (Pelmeaar, et al.,1992).

2.4.3 Causas secundarias del Trauma del fenómeno de Raynaud

Pelmeaar y colaboradores (1992) comentan que el Síndrome de la vibración Mano-brazo (HAVS) resultantes de la exposición, es la causa más común. Sin embargo, existen otros factores que podrían intervenir a la aparición de dicho fenómeno como la intoxicación, los fármacos que bloquean los receptores adrenérgicos beta son los agentes más comunes que inducen el fenómeno de Raynaud. La incidencia del fenómeno de Raynaud en las extremidades puede ser de hasta un 40 por ciento. También los pacientes con enfermedades degenerativas vasculares que afectan la circulación periférica, a menudo junto con la diabetes, pueden tener asociado el fenómeno de Raynaud y cualquiera de las enfermedades del tejido conectivo que afecta a la piel, las articulaciones y órganos internos pueden estar asociados con el fenómeno de Raynaud. De éstos, la artritis reumatoide y la esclerosis sistémica son los más importantes.

2.5 Síndrome de la Vibración mano-brazo

Desde principios de 1900 el Síndrome de la vibración mano-brazo (HAVS) es un nuevo término, también conocido como enfermedad vasoespástica traumática, la mano del hombre muerto, anemia espástica, fenómeno de Raynaud de origen ocupacional, y la vibración inducida por el dedo blanco (FVW). Es una enfermedad como una entidad con los componentes periféricos siguientes: trastornos circulatorios (vasoespasma con el dedo local escaldado "dedo blanco"), alteraciones sensoriales y del motor (entumecimiento, pérdida de coordinación de los dedos y la destreza, la torpeza y la incapacidad para realizar tareas complejas.), y trastornos músculo-esqueléticos (músculos, huesos y las articulaciones) (Pelmeaar, et. al.1992).

2.5.1 Síntomas y signos de la enfermedad de Raynaud

Después de un período de tiempo variable, dependiendo de la intensidad de las vibraciones recibidas, el tiempo de exposición a las vibraciones y la palidez de la yema del dedo se produce después de la exposición al frío. Con la dosis de vibración cada vez mayor, el blanqueo avanza a las bases de los dedos. Los ataques suelen ser palidez provocada por la exposición al frío húmedo, especialmente en la mañana y por la noche, cuando la actividad metabólica de los sujetos es baja, después de la manipulación de objetos fríos o inmersión en agua, y son más frecuentes en invierno que en verano, pero con el tiempo se producirá durante todo el año (Pelmear, et al., 1992).

Con la continua exposición a la vibración de los ataques de blanqueo, los dedos afectados se sienten adormecidos como el tacto, dolor y sensibilidad a la temperatura a menudo se reducen en gran medida, y en algunos temas pueden persistir está causando daño permanente. Inicialmente, el blanqueo se localiza en la punta de los dedos más expuestos a la fuente de vibración, pero con el tiempo se extiende a la participación de todos los dedos hasta las articulaciones las puntas del pulgar. El blanqueo no suele ocurrir en el trabajo, excepto durante los periodos de descanso, pero en algunos sujetos el estímulo de vibración en sí inducirá escaldado si los dedos están fríos (Bakst; Merola; Franks; Sanchez; Perelman, 2008).

Los síntomas y signos, y la frecuencia de los ataques puede ser tal que el sujeto, además de tomar medidas preventivas inmediatas para mantener el calor y evitar la exposición al frío, tiene que reducir sus actividades domésticas y de ocio. Socialmente, esto puede significar evitar actividades al aire libre, tales como jardinería, pesca, golf, bolos, natación, y ver espectáculos al aire libre. En última instancia, puede implicar un cambio de trabajo para evitar la exposición a las vibraciones (Bakst; et al., 2008).

La palidez de los dedos a la exposición a las vibraciones locales pueden ocurrir, y estudios recientes han identificado una mayor prevalencia del fenómeno de Raynaud en ambas manos y pies en los sujetos expuestos a vibración en la mano o el cuerpo

entero. Los estudios indican que el funcionamiento real de una herramienta de mano vibrante produce una reducción del flujo sanguíneo en la piel, tanto en los dedos y los pies. La reducción en los dedos se debe principalmente a los efectos combinados de la celebración de peso y la exposición a las vibraciones, mientras que la reducción del flujo sanguíneo en los pies se debe principalmente a los efectos de la exposición a las vibraciones a través de la vasoconstricción simpática (Pelmear, et al., 1992).

2.5.2 Afecciones osteo-articulares por vibraciones mano-brazo

Bajo la denominación de “” nos referimos a las alteraciones o trastornos vasculares, neurológicos y músculo-esqueléticos causados por la vibración mecánica cuando ésta se transmite desde la fuente de emisión al sistema mano y brazo. El 90% de la vibración transmitida a la mano es absorbida a nivel de la articulación del carpo, especialmente sobre los huesos semilunar y escafoides. Por lo tanto, las alteraciones osteoarticulares relacionadas con las vibraciones son más frecuentes en esta región (Santurio; Rodríguez; Argüelles, 2006).

La osteoartritis de la articulación metacarpo-trapecio-metacarpiana del pulgar a veces se señala a trabajadores expuestos la vibración mano-brazo (HAV), pero se asocia generalmente con el uso de herramientas de transmisión de vibraciones de impacto para el pulgar. En 67 trabajadores expuestos a vibraciones de la fundición, Bovenzi y cols encontraron que los síntomas musculoesqueléticos, como artralgias de la muñeca y las articulaciones del codo, dolor muscular y disminución de la fuerza muscular se encontró que era significativamente mayor en los trabajadores de astillado y trituración en comparación con el referentes. La prevalencia de los quistes en los huesos metacarpianos y carpianos fue la misma en los dos grupos, mientras que los signos radiológicos de artrosis en la articulación de la muñeca fueron más frecuentes entre los trabajadores expuestos de vibraciones. Los resultados de este estudio indican que los trabajadores de la fundición que utilizan herramientas que vibran, se vieron afectados con el hueso y las articulaciones del codo y en menor medida en la muñeca, y estas lesiones se produjeron con más frecuencia que el

observado en los referentes expuestos que llevó a cabo exclusivamente la actividad manual (Pelmear, et al., 1992).

2.5.3 Otros efectos

Estudios recientes indican que la audiencia de los sujetos con Síndrome De Vibración Mano Brazo (HAVS) pueden ser más vulnerables al ruido. La pérdida de audición es significativamente mayor en los sujetos con HAVS que tienen menos de 11 años de exposición a la vibración. También apoyándose en herramientas vibratorias, como martillos neumáticos o las manijas de las máquinas de pulido, mientras que los permisos de trabajo de baja frecuencia de vibración que se transmite en las frecuencias de resonancia fundamental (4-8 Hz). Las lesiones abdominales pueden ser los resultados, incluidos rpto del colon sigmoide y la torsión del epiplón. Una asociación con esclerodermia informó que la exposición al HAV, además de los efectos periféricos, puede inducir a la "enfermedad sistémica", al causar un daño permanente en los centros autónomos del cerebro o de la causa de estos centros de mediación para poner fin a la tensión de vibración de órganos. Los síntomas del resfriado incluyen fatiga persistente, dolores de cabeza frecuentes, trastornos del sueño, aumento de la irritabilidad, el olvido y la impotencia (Pelmear, et al., 1992).

2.6 Síndrome del túnel carpiano (CTS)

El Departamento del Trabajo de los Estados Unidos reconoce al Síndrome del Túnel Carpiano y otros desordenes por trauma acumulado, como la causa del 48% de todas las enfermedades ocupacionales industriales (Montoro, 2012).

Según Vinik et. al. (2004), los estudios epidemiológicos han permitido averiguar que es una enfermedad relativamente común, ya que afecta a cerca del 1,5 % de los trabajadores estadounidenses, y tres veces más frecuente en diabéticos en comparación con la población sana normal según la revista de Cuidado De Diabéticos (2004).

En no pocos casos, no se logra encontrar una etiología que pueda explicar los síntomas, pero en otros la compresión del nervio puede deberse a distintas causas:

inflamación de la vaina de los tendones flexores, (tenosinovitis); luxación articular tanto aguda (del semilunar) como inveterada, fracturas viciosamente consolidadas (Colles), esguinces o artritis que pueden estrechar el túnel; también el uso continuado de la muñeca en flexión, por largos períodos (Parra; Parra y Tisiotti, 2007).

La retención hídrica durante el embarazo (que usualmente cede luego del parto) o la Menopausia, el aumento del panículo adiposo en el área, la presencia de tumores (principalmente lipomas) y quistes pueden causar edema a nivel del túnel y dar los síntomas de un síndrome del túnel carpiano. Enfermedades de la tiroides, artritis reumatoide y diabetes también pueden ser factores causales. Otros factores que contribuyen en la génesis del síndrome incluyen problemas mecánicos en el empalme de la muñeca; stress laboral, y el uso repetido de herramientas manuales de vibración. El síndrome del túnel carpiano es el resultado de una combinación de factores que aumentan la presión sobre el nervio en lugar de ser un problema del nervio propiamente dicho. En algunas personas el trastorno podría deberse probablemente a una predisposición congénita, dada por un túnel carpiano más pequeño que lo usual. Algunos plantean que existen pocos datos clínicos que sustenten la hipótesis de que, realizar movimientos repetitivos y forzados con la mano y la muñeca en actividades laborales o de diversión, puede causar el síndrome del túnel carpiano. Los movimientos repetitivos que se realizan en el curso normal del trabajo u otras actividades diarias pueden dar lugar a trastornos de movimientos repetitivos tales como bursitis y tendinitis (Parra, et al., 2007).

En la revista *Annals of family medicine* (2004), coinciden en que existe relación con la actividad laboral en una o más de las siguientes actividades: movimientos repetidos de la mano y muñeca , tareas habituales que requieran el empleo de gran fuerza con la mano afectada, tareas que precisen posiciones o movimientos forzados de la mano (hiperflexión o hiperextensión), realización de movimiento de pinza con los dedos de forma repetida, uso regular y continuado de herramientas de mano vibrátiles y presión sobre la muñeca o sobre la palma de la mano de forma frecuente o prolongada.

2.6.1 Tratamiento y Gestión

En la actualidad existen pocos avances efectivos en los tratamientos de pacientes con síndrome de vibración mano-brazo (HAVS). En un inicio fueron las terapias en piscina , después, fueron compresas calientes, baños de parafina, baños de contraste de temperatura, rayos infrarrojos y de baja frecuencia, aún se usan en Japón, pero son tratamientos paliativos, pero dan lugar a una mejoría subjetiva y psicológica. Los recientes avances en el tratamiento se han centrado en tres aspectos: (1) el uso de antagonistas de los canales de calcio para producir vasodilatación periférica, (2) medicamentos para reducir la agregación plaquetaria y la adhesividad, y (3) medicamentos para reducir la viscosidad de la sangre y la formación de emboli (Pelmeur, et. al.1992).

Pelmeur y colaboradores (1992) mencionan que para algunos casos, se han utilizado las técnicas de bioinformación . "El objetivo principal es superar el estrés emocional. Los partidarios de esta técnica postulan que el estrés es totalmente suficiente para inducir episodios vasoespástica. Los mismos autores comentan que la intervención quirúrgica para HAVS no ha obtenido el éxito esperado, por lo general es la muerte, por lo tanto, la cirugía se utiliza con menos frecuencia hoy en día, generalmente como un último recurso en los casos más graves. En un estudio de seguimiento de 41 hombres tratados como último recurso en los casos más graves, se concluyó que la cirugía redujo pero no eliminó todos los síntomas en todos los casos, y que una alta exposición a las vibraciones puede resultar en lenta recuperación. Los resultados no son satisfactorios de un 10 a un 20 por ciento.

Debido a que el desarrollo de HAVS es dosis-dependiente, los procedimientos eficaces de control deben orientarse principalmente a la reducción de la intensidad (aceleración) de la vibración, la reducción de la duración de la exposición, la identificación de signos de baldosas precoz y la cirugía y los síntomas de fisioterapia. Las estrategias de control deben incluir vigilancia de la exposición para evaluar el riesgo, controles de ingeniería para la intervención quirúrgica para HAVS en la forma de la simpatectomía cervical o estrellados evitar o reducir la exposición a HAV, las

consideraciones ergonómicas para reducir la actividad muscular y la tensión, ropa protectora y equipos para atenuar las vibraciones y evitar la exposición al frío (UPV, 2011).

La vigilancia médica, además de la vigilancia de rutina, debe proporcionar educación para la salud. La evaluación clínica previa a la colocación y los exámenes periódicos deben incluir todos o algunos de los temas abordados. La frecuencia de la revisión periódica será determinada por la naturaleza de baldosas del riesgo y la severidad de los síntomas y signos. Es muy necesario el asesoramiento del médico al trabajador cuando este sigue estando expuesto a vibraciones, y con signos y síntomas de desarrollo. Finalmente es preferible que los trabajadores cambien de ocupación, si no es así, deben adoptarse los controles administrativos, para reducir la dosis de exposición e iniciar con las terapias y medicamentos (UPV, 2011).

2.6.2 Mantenimiento predictivo

La prevención de lesiones o trastornos causados por vibraciones transmitidas a las manos exige la implantación de procedimientos técnicos, médicos y administrativos (ISO 1986; BSI 1987a). También debería facilitarse asesoramiento adecuado a los fabricantes y usuarios de herramientas vibrantes. Las medidas administrativas deberían incluir una información y formación adecuadas para enseñar a los operarios que trabajan con maquinaria vibrante a adoptar métodos de trabajo correctos y seguros con el fin de minimizar la vibración de baldosas, utilizar el equipo de protección personal, asistir a la vigilancia médica, y que informe todos los signos y síntomas del síndrome tan pronto como se desarrollan.

Según Griffin (1990), el mantenimiento predictivo aplica técnicas no destructivas en las máquinas para predecir cuándo requieren operaciones de reparación o cambio de piezas. Una de las técnicas más utilizada es el análisis de vibraciones, que sirve para determinar el estado de cada uno de los componentes de los equipos con el fin de programar las actividades de mantenimiento respectivas, sin afectar el desarrollo normal de la planta de producción.

Olarte, Botero y Canon (2010a) mencionan que el controlar y monitorear las vibraciones de las maquinas tomando correctamente los datos y aplicando técnicas de análisis conocidas y verificadas, permite descubrir los diferentes tipos de problemas que se pueden presentar en las piezas de un equipo a pesar de que la falla apenas este en su etapa inicial. Los mismos autores mencionan que con el desarrollo de la tecnología, en el mercado se consiguen equipos analizadores de vibración y paquetes informáticos que agilizan y facilitan el análisis de vibraciones, porque entregan al usuario las graficas de las señales de las vibraciones ya sea en el dominio del tiempo o la frecuencia para que se pueda realizar su interpretación y emite un diagnostico acertado.

Una parte esencial del diagnostico de fallas y de la interpretación de resultados, es el conocimiento previo de la maquina en estudio, es decir, tener información referente a sus datos técnicos, sus características de operación, su historia de mantenimiento y sus espectros de referencia (Olarte, et al., 2010a).

Todas las maquinas presentan ciertos niveles de vibración aunque se encuentren operando correctamente, sin embargo cuando se presenta alguna anomalía, estos niveles normales de vibración se ven alterados indicando la necesidad de una revisión del equipo (Olarte, et al., 2010a).

Para que este método tenga validez es indispensable conocer ciertos datos de la maquina como lo son: su velocidad de giro, el tipo de cojinetes, de correas, el numero de alabes, palas, etc. También es muy importante determinar los puntos de las maquinas en donde se tomaran las mediciones y el equipo analizador más adecuado para la realización del estudio (Olarte, et. al. 2010b).

2.7 Epidemiología del síndrome de vibración mano-brazo

Según Behrens y Pelmeear, el fenómeno de Raynaud de origen profesional ha sido reconocido desde 1911, cuando Loriga en Roma reportó "dedos muertos" entre los mineros italianos que utilizan las herramientas neumáticas. Estas herramientas se habían introducido en las minas de Francia en 1839 y eran muy utilizadas en 1890.

En Estados Unidos las herramientas neumáticas se introdujeron por primera vez en las canteras de piedra caliza de Bedford, Indiana, en 1896. Esto condujo a una investigación en 1917-1918 por la Oficina de Trabajo de EE.UU. Examinaron a 166 trabajadores que utilizaban martillos neumáticos para cortar piedras. El 90 por ciento de los cortadores de piedra caliza que se encontraban en Bedford, Indiana, el 86 por ciento de los cortadores de granito en Vermont, Massachusetts, y el 56 por ciento de los trabajadores de mármol en Vermont, Long Island City y Baltimore habían experimentado el fenómeno de Raynaud.

Los primeros reportes del síndrome de vibración mano-brazo (HAVS) en trabajadores expuestos a vibraciones mano-brazo (HAV) a partir de herramientas específicas y las situaciones de trabajo han continuado desde entonces.

Las agencias industriales de los estados americanos, del condado y la ciudad evaluaron el número de personas expuestas a las herramientas de vibración y los números de la notificación de enfermedades derivados del uso continuo, se visitaron 11 plantas industriales grandes. Llegaron a la conclusión de que el síndrome de vibración "Puede convertirse en una enfermedad poco común del trabajo aproximándose a la extinción en este país". Esta conclusión se demostró que era incorrecta por el estudio de NIOSH (1981) Wasserman.

En Gran Bretaña, en los años 70, el Departamento de Salud y Seguridad Social (DSSS) en relación con una investigación realizada por el Consejo Asesor de Accidentes del Trabajo, el síndrome de vibración apoyó a dos importantes estudios: uno por Stewart y GODAE y otro por Taylor y Pelmeur. A partir de una investigación realizada, se estima que aproximadamente en la industria de la construcción cualquier día laborable alrededor de 22.000 trabajadores estuvieron expuestos a HAV durante todo el día.

Agate y sus colaboradores de trabajo (1947-1949), informaron altas tasas de prevalencia (más del 86 por ciento) en molinos de fundición. El intervalo de latencia media fue de dos años. Calafates y trituradoras de pintura en los astilleros también están en riesgo., 31,3 por ciento de Raynaud, La gravedad del HAVS aumentó

significativamente en proporción al número de años que la fundición y trabajadores de los astilleros utilizó cinceladores.

A principios de 1960 se reportó HAVS en mineros de piedras duras que utilizaban martillos y taladros en Canadá. Posteriormente vinieron informes de Europa, Japón y Corea, de 38 años junto con otros informes de Canadá y Estados Unidos. Las tasas de prevalencia variaron desde 12,5 hasta 50 por ciento y los intervalos de latencia media de 4,5 a 17 años (Pelmear, 1992).

Los cortadores de piedra de Bedford, Indiana, un grupo similar de los perforadores de piedra en Toscana, Italia. 445 trabajadores con cinceladores, martillos neumáticos, y los interruptores. De estos datos se estableció una prevalencia de 17 por ciento de HAVS, y el dolor de espalda mostró un aumento en la prevalencia al aumentar el tiempo total de exposición a las vibraciones. Ningún problema en particular fue encontrado debido a las exposiciones relativamente corta a vibraciones por parte de los operadores durante un período largo que se extiende más allá de 30 años (es decir, la exposición a vibraciones intermitentes).

Pelmear, en un grupo de 26 molinos de pedestal, encontró que la prevalencia de HAVS fue del 96 por ciento con un intervalo de latencia media de 1,8 años. Este alto riesgo fue confirmado posteriormente por Starck, 52 en un grupo de molinos sunular pedestal en Finlandia. El intervalo de latencia fue de 10,3 meses. Se concluyó que algunas características, tales como el carácter impulsivo de percusión de la vibración, ha contribuido al alto riesgo y de intervalo de latencia corta (Pelmear, 1992).

Una investigación de la Comisión Forestal de Gran Bretaña y el Departamento de Medicina Social y Salud Ocupacional de la Universidad de Dundee fue reportado en 1971 por Taylor. Un cuestionario fue puesto a 800 empleados seleccionados al azar y respondieron 732 (97 por ciento).

De los 142 operadores de moto sierra, 44 por ciento tenía el fenómeno de Raynaud en comparación con el 18 por ciento de los que no usaban. Un aumento en la prevalencia de los años del uso de la sierra se encontró un marcado incremento (73 por ciento) en más de ocho años. Posteriormente, Taylor informó de los resultados

de los exámenes en 46 operadores de motosierra que habían sido entrevistadas anualmente durante 11 años. La prevalencia de la vibración de dedo blanco (FVW) en este grupo de población, cuando vio por primera vez fue de 85 por ciento, pero después de la introducción de las sierras de anti vibratorios la tasa de prevalencia se redujo a 30 por ciento. La tasa de prevalencia en los controles fue de 6 por ciento.

Sierras anti vibratorias se introdujeron en los años 70. Una reducción en la prevalencia de HAVS del 40 por ciento entre los trabajadores en 1972 a 5 por ciento en 1983 (Pelmear, 1992).

2.8 Reversibilidad de HAVS

Hasta la década de 1950, los médicos de la opinión de que los signos de baldosas y los síntomas del síndrome eran irreversibles. La evidencia de que la mejora o la reversión de los síntomas vasculares azulejo podría ocurrir al retirar al trabajador de la exposición a las vibraciones por primera vez de Stewart y GodaB 'en 1970, y Riddle y Taylor, Hursch y Pyykko. "A partir de encuestas en 1982. Durante la década de 1990 , las encuestas en todo el mundo llevó a la conclusión de que la mejora observada FVW se debe a la introducción de baldosas de las sierras de anti vibratorios por la reducción de la intensidad de la vibración y los controles administrativos que se redujo el tiempo de uso.

Prueba de reversibilidad de la componente vascular de HAVS en la eliminación del estímulo de vibración se pueden resumir de la siguiente manera:

- a. En una pequeña proporción de la etapa de IV y principios de los asuntos de fase 2V (Stockholm) los síntomas vasculares mejorará y, en algunos casos, desaparecen en la eliminación de la exposición (es decir, no hay evidencia positiva de la reversibilidad).
- b. En los casos más severos en las etapas 2V y 3V (Estocolmo) la recuperación es improbable. No hay pruebas positivas de que el más grave es el caso, el más largo será el tiempo de inversión.
- c. Existe alguna evidencia con respecto a la influencia de la edad de los trabajadores, a mayor edad del trabajador con discapacidad a mayor tiempo de inversión. Sin

embargo, el trabajador de mayor edad (más de 40 años) no pueden recuperarse debido a la aparición de la arteriosclerosis.

d. La evidencia reciente de los médicos con la instrumentación para medir el componente neurosensorial de HAVS es el componente sensorial es más lento para revertir, si es que hay una recuperación medible.

Hasta la fecha la mayoría de estudios han evaluado el riesgo de baldosas con "ponderado" las mediciones de vibración en lugar de "ponderar". Las normas parecen ser de menos protección cuando existe un importante componente de alta frecuencia en el espectro de fuente de vibración (Pelmear, 1992).

2.9 Trastornos con el trabajo manual y las vibraciones transmitidas a las manos

Radwin, Armstrong y VanBergeijk muestran las causas y la prevención de la parte superior mentido aguda y crónica, trastornos asociados con el trabajo manual y las vibraciones transmitidas a las manos. Tensiones ergonómicas incluyen la postura, movimientos repetitivos, esfuerzos intensos, las tensiones de contacto, y las bajas temperaturas, además de las vibraciones. Estas tensiones son reconocidas como factores de riesgo para los trastornos de las extremidades superiores de trauma acumulativo (DTA). Trastornos de trauma acumulativo son los trastornos de los tendones, nervios, huesos y músculos que son causadas, agravadas, y se precipita a partir de la exposición repetida a estas tensiones. Las herramientas a mano de los operadores se enfrentan a menudo con una serie de estas tensiones ergonómicas y físicas, incluyendo la vibración mano-brazo (HAV). Aunque hace hincapié en ergonomía son factores de riesgo reconocidos, no hay datos suficientes para predecir los efectos de cambiar cualquiera de ellos sobre el riesgo de incurrir en un DTA. La capacidad de predecir se complica aún más por la presencia de más de un factor en una situación de trabajo dada (Radwin, et. Al. citados en Pelmeear, 1992).

Los efectos relativos de las vibraciones transmitidas a las manos y otros factores de estrés ergonómico son a menudo difíciles de separar, porque muchos puestos de trabajo con herramientas manuales que vibran también implican un uso considerable

de la extremidad superior. Por ejemplo, en la utilización de herramientas de mano vibrantes, los operadores también pueden tener que adoptar posturas incómodas dictadas por una herramienta específica de manejar la ubicación y orientación de la pieza de trabajo. La herramienta vibrante puede introducir la tensión de contacto de los bordes afilados en contra de los dedos o la palma. Las manos también pueden estar expuestas al aire frío producido a partir de puntos de venta de herramientas neumáticas de vaciado (Pelmear, 1992).

Por otra parte, según el informe Europeo de Estrés Laboral (1999) los factores ergonómicos de estrés pueden afectar negativamente a la transmisión de vibraciones y la exposición. Por ejemplo, esfuerzos intensos se traducirá en aumento de la transmisión de vibraciones a la mano del operador de la herramienta y el brazo debido a la mejora de acoplamiento entre el mango y la mano de la vibración. Tareas muy repetitivas pueden afectar la exposición a las vibraciones a través de las dosis acumuladas de las exposiciones de las vibraciones repetidas. Estas interacciones tienen ciertamente complicado el estudio de los factores de estrés ergonómico y sus efectos combinados con vibraciones transmitidas.

2.10 Factores ergonómicos de estrés asociado con herramientas manuales eléctricas

Pelmear, menciona (1992) Si los esfuerzos físicos son lo suficientemente frecuentes, largas y fuertes, o se producen en ciertas posturas, que se realizan en ambientes fríos, o son el resultado de la tensión de contacto suficiente, el trabajador puede desarrollar dolor y la discapacidad en las extremidades superiores. Estos trastornos tienen nombres específicos, dependiendo de la ubicación y los tejidos involucrados, pero es suficiente para referirse simplemente a ellos colectivamente como los DTA's. Los factores relacionados con el trabajo son: 1) la repetitividad, 2) la contundencia, 3) la postura, 4) la tensión de contacto, y 5) la temperatura fría.

2.11 Factores ergonómicos de estrés y sus efectos sobre la transmisión y exposición de vibraciones

A menudo, factores de estrés son acompañados por las vibraciones. Herramientas eléctricas manuales imparten vibraciones en la mano y el brazo por medio de (1) de la interfaz de herramienta-trabajador, (2) las propiedades de herramientas intrínsecas, y (3) de la interfaz de la herramienta-material (Pelmear, 1992).

2.11.1 Interfaz herramienta-trabajador

La interfaz de la herramienta de trabajo-puede implicar la utilización de las asas (o la falta de uso) o de otras partes de la herramienta en contacto con las manos y el cuerpo. Manejar la ubicación y el tipo de herramienta puede tener un efecto dramático en el nivel de vibraciones transmitidas al operador. Un estudio encontró que la prevalencia de HAVS fue mayor entre los trabajadores de incentivos que entre los trabajadores por hora. El informe sugiere que la intensidad de los incentivos de trabajo dio lugar a la transmisión de vibraciones y por lo tanto, la exposición, probablemente debido a esfuerzos agarre y mejora el acoplamiento resultante entre la mano y la herramienta de poder. Por lo tanto trabajadores expuestos a un mayor estrés repetitivo también estaban sujetos a una mayor exposición a la vibración (Pelmear, 1992).

2.11.2 Las propiedades de herramientas intrínsecas

La vibración es el resultado del funcionamiento del poder de herramientas de mano y puede ser la acción real que desee de una herramienta o un producto derivado de su funcionamiento. El nivel de vibración producida depende de las propiedades intrínsecas de herramientas, incluyendo el tamaño, peso, método de propulsión, y el mecanismo de la herramienta de unidad (Helmut y Griffin, 1990).

2.11.3 Interfaz de la herramienta-material

La vibración es generada en la interfaz de la herramienta-material por cortar, moler, perforar, u otras acciones. Los niveles de vibración se ven afectados por las

propiedades de material de la pieza de trabajo, abrasivos disco, área de superficie abrasiva, y el tipo de sujetador (Pelmear, 1992).

2.11.4 Efectos de vibración factores de estrés CTD

Hay dos posibles mecanismos para el HAV y el CTS. Daño en los nervios periféricos puede ser consecuencia de una lesión primaria causada directamente por la vibración o indirectamente a través de alteraciones secundarias causadas por el daño de los aparatos circulatorio y sistema musculo esquelético. En la evaluación de los trastornos neurológicos en los estudios electrofisiológicos. Lucas llamó la atención sobre las tres regiones que son una posible fuente secundaria de lesiones neurogénicas: (1) de las regiones cervical y torácica superior, (2) conjunto del codo, y (3) región del nervio en el túnel carpiano y cubital (NIOSH, 1997).

Los estudios realizados por Radwin de los efectos neuromusculares a corto plazo de las vibraciones de herramientas de mano han demostrado que las vibraciones de herramientas de mano puede introducir alteraciones en el control de la fuerza neuromuscular que resulta en esfuerzos agarre excesivo cuando la celebración de un mango vibratorio. Además, estos estudios proporcionan evidencia de que los DTA de las extremidades superiores involucran a los nervios periféricos, tales como CTS, puede ocurrir indirectamente a través de mayor contundencia, como una alternativa a una lesión directa al tejido nervioso derivados de la vibración de la energía (Pelmear, et. Al., 1992).

A medida que aún no existen estándares de vibración para proteger a los trabajadores de la CTD neuromuscular, la fatiga muscular localizada, o para controlar el déficit manual de rendimiento causadas por la exposición al VHA. Por lo tanto, el mejor enfoque es minimizar estos factores de estrés. Aunque estudios previos han demostrado que los DTA se asocian con movimientos repetitivos, esfuerzos intensos, las tensiones de contacto, hace hincapié en la postura, las bajas temperaturas y las vibraciones, no hay consenso entre los investigadores acerca de lo que los niveles, ya sea solos o en combinación con otros factores, puede ser de forma segura tolerado. En estas situaciones, los métodos epidemiológicos se emplean para

evaluar el patrón de morbilidad para identificar áreas específicas de trabajo, puestos de trabajo y herramientas con un riesgo elevado (Pelmear, 1992).

2.12 Mediciones y Principios Básicos de Vibración Mano-Brazo

Wasserman menciona que en muchos sentidos, las mediciones de vibración en la mano del hombre son similares a otras medidas conocidas tales como electrocardiogramas (ECG) o electromiográficos (EMG), utilizando electrodos de superficie-montados. En el caso de la vibración mano-brazo (HAV) las mediciones, la vibración es generado en el exterior de una herramienta de mano vibra, por lo que podemos medir ya sea el movimiento de la vibración de la herramienta en sí misma o en el tercer metacarpiano de la mano.

Esta última es la respuesta del movimiento resultante de la mano a las vibraciones generados en el exterior, el primero es el máximo de vibraciones de peligro a disposición del trabajador (Pelmear, 1992).

2.12.1 Medición de vibración sistemas de coordenadas

La vibración es una cantidad vectorial. Para describir este movimiento de la vibración es necesario conocer la dirección y la intensidad (magnitud) de la vibración. Sin embargo, el movimiento de la vibración en un punto en la mano se puede mover de muchas maneras: de arriba a abajo, adelante y atrás, de lado a lado (Griffin, 1990).

2.12.2 Principios básicos

Cuando hablamos de movimiento vibratorio, por lo general se refieren al movimiento de un objeto a partir de algún punto de referencia y luego pasar hacia otra posición en cualquiera de las tres direcciones lineales. Otra característica del movimiento es que se puede repetir "periódicamente" una y otra vez. Un ciclo completo de movimiento, terminó en un segundo es la frecuencia de vibración, que se llamaba ciclos / segundo. Ahora, se llama Hertz o simplemente Hz. El movimiento puede ser no periódico o aleatorio (Lawther, A, y M. Griffin, 1986 citados por Griffin, 1990).

2.12.3 Medición de vibraciones

Es de señalar que la velocidad de vibración correspondiente y los niveles de desplazamiento se obtienen fácilmente de una medida de la aceleración mediante la integración electrónica. Lo que se busca es un "promedio" de aceleración llamado medida cuadrática (RMS) (Castellanos, M. y F. Sánchez ,2005).

2.12.4 Vibraciones análisis de datos

Análisis informático de los datos de vibración se llama análisis de Fourier del espectro y busca caracterizar no sólo la vibración total (dosis) que inciden en el cuerpo en cada una de las tres direcciones, sino también para caracterizar las características únicas del espectro de la vibración por vía electrónica "disección" el movimiento de la vibración en cada dirección en sus componentes de frecuencia constituyente (Griffin, 1990).

3. METODOLOGÍA

El tipo de investigación que se utilizará en esta investigación abarcará tres enfoques, el primero será explicativo ya que se busca encontrar las razones o causas que provocan ciertos fenómenos en la constante incidencia con herramientas manuales vibrantes, después utilizaremos el enfoque descriptivo para analizar como es y cómo se manifiesta el fenómeno y sus componentes, y por último, será un estudio correlacional debido a que pretende determinar cómo se relacionan o vinculan diversos conceptos, variables o características entre sí o, también, si no se relacionan (Hernández, et al., 2010).

3.1 Proceso de la investigación

En el siguiente diagrama (ver figura 3.1) se ilustra el proceso de la investigación que se llevara a cabo, menciona el tipo de investigación, el enfoque y alcance que tendrá, así como la forma en que serán interpretados los resultados y lo que se pretende lograr.

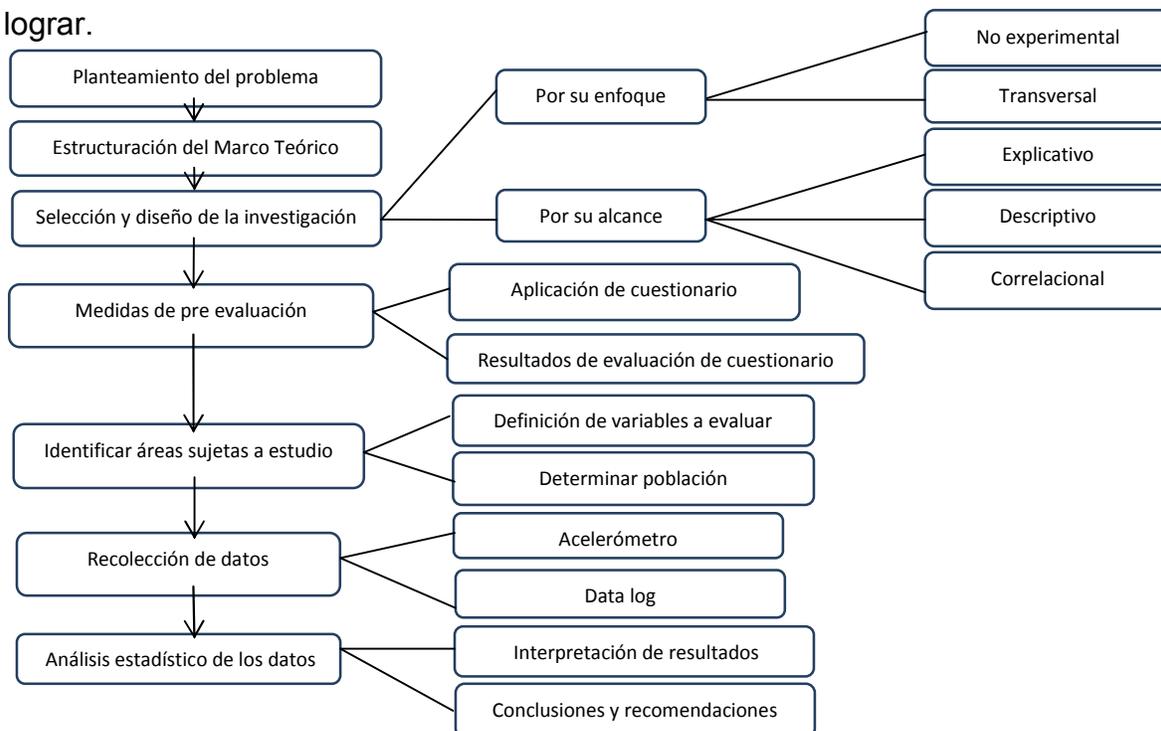


Figura 3.1 Estructura metodológica de la investigación, adaptado de Hernández et al. (2010)

3.2 Procedimiento para realizar la identificación de la población objeto de estudio

Inicialmente para determinar la población que será objeto de estudio, se aplicará un cuestionario (ver figura 3.2) el cual contendrá información sobre la estación de trabajo como:

- Identificar máquinas y/o herramientas que puedan contener vibración.
- El tiempo de exposición a la vibración.
- Equipo de protección utilizado.
- Si cuentan con algún programa de mantenimiento.
- Entre otras cosas.

Esto nos ayudará a obtener una visión más amplia de cómo se encuentra la empresa e identificar las variables más comunes a revisar.

En este cuestionario se establece un método de valoración basado en la escala de Likert (muy deficiente, deficiente y mejorable o eficiente) y con el resultado de dicha valoración se utilizará la estadística descriptiva para graficar resultados y establecer la situación del área de ensamble estudiada en esta investigación.

Los cuestionarios que sean aplicados a los trabajadores en donde sus respuestas sean mayormente negativas o el resultado de la valoración sea eficiente serán menos susceptibles a objeto de estudio.

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES				
14. VIBRACIONES		Personas afectadas <input style="width: 20px; height: 15px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 15px; border: 1px solid black;" type="text"/>		
Área de trabajo <input style="width: 150px; height: 15px; border: 1px solid black;" type="text"/>	Fecha <input style="width: 20px; height: 15px; border: 1px solid black;"/> <input style="width: 20px; height: 15px; border: 1px solid black;"/>	Fecha próxima revisión <input style="width: 20px; height: 15px; border: 1px solid black;"/> <input style="width: 20px; height: 15px; border: 1px solid black;"/>		
Cumplimentado por <input style="width: 450px; height: 15px; border: 1px solid black;" type="text"/>				
1. Se dispone de máquinas o herramientas portátiles o instalaciones capaces de generar vibraciones.	SI	NO	Pasará a otro cuestionario	
2. Estos mecanismos tienen suficiente aislamiento o amortiguación o su diseño minimiza la transmisión de vibraciones a las personas.	SI	NO	Deben tenerse en cuenta los requisitos de aislamiento y diseño en la adquisición e instalación del material nuevo.	
3. Se limita el tiempo de exposición de las personas expuestas a vibraciones cuando éstas producen, como mínimo, molestias.	SI	NO	Puede disminuirse el riesgo, la fatiga o el incomfort producido por las vibraciones, limitando el tiempo de trabajo en esas condiciones.	
4. Se utilizan protecciones individuales (guantes, botas, chalecos, etc.) certificadas cuando las vibraciones producen como mínimo molestias.	SI	NO	Su utilización puede reducir la transmisión de vibraciones.	
5. Se evita la presencia prolongada en estos puestos de trabajo de personal con lesiones osteo-musculares, vasculares o neurológicas.	SI	NO	Debe conocerse esa circunstancia mediante la realización de reconocimientos médicos iniciales y periódicos.	
6. Se lleva a cabo un programa de mantenimiento preventivo de máquinas, herramientas e instalaciones.	SI	NO	Debe llevarse a cabo dicho mantenimiento como medida preventiva frente a las vibraciones.	
7. Se han realizado mediciones de la aceleración o desplazamiento de las vibraciones transmitidas a las personas que trabajan.	SI	NO	Medir las variables mencionadas, y compararlas con los niveles de referencia expresados en las Normas ISO 2631 y 5349.	
CRITERIOS DE VALORACIÓN				
MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE		
Respuesta negativa a la cuestión 5 o las 2, 3, y 4 conjuntamente.	2, 3 y 4.	6 y 7.		
RESULTADO DE LA VALORACIÓN				
	Muy deficiente	Deficiente	Mejorable	Correcta
OBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SUBJETIVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ACCIONES A TOMAR PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS				

Figura 3.2 Evaluación del puesto de trabajo

3.3 identificación de factores a evaluar en los centros de trabajo

Una vez definida la población que será objeto de estudio, se establecerán las variables a medir en los centros de trabajo del departamento de pintura, identificando los siguientes factores:

- Las operaciones que causan las exposiciones a las vibraciones.
- Las herramientas guiadas a motor, herramientas insertadas y/o piezas de trabajo implicadas y hacer un conteo de las mismas.
- Discernir las herramientas entre las de mayor impacto en el Personal expuesto.
- Raíz cuadrática media individual y las aceleraciones medias de un solo eje ponderadas en frecuencia.
- Valor total de las vibraciones por cada operación.
- Evaluar los nivel de exposición de vibración en cada uno de los diferentes ciclos de exposición del trabajador, de acuerdo al reconocimiento en una jornada laboral bajo condiciones normales de operación.
- Duración diaria total para cada operación.
- Exposición diaria del operador a las vibraciones.
- Condiciones de seguridad seguidas por los operadores en cada estación.

3.4 Sistema de medición y utilización de instrumentos

La cuantificación de las vibraciones se realizará mediante el uso de un acelerómetro, equipo que en conjunto con un instrumento denominado data log, nos permitirá obtener un resultado grafico de los datos de las frecuencias de cada herramienta manual que maneja el operador en los tres eje X, Y, Z (ver figura 3.3), las mediciones seguirán el protocolo establecido en la NOM 024, la cual establece el sistema de coordenadas a utilizar dependiendo de la ubicación del acelerómetro, como lo muestra la siguiente ilustración:

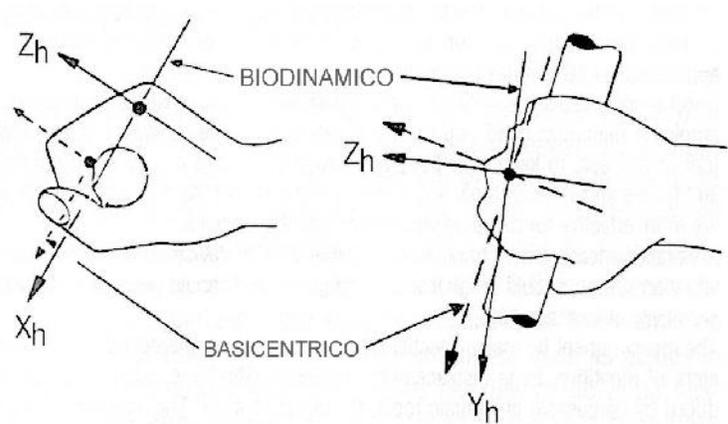


Figura 3.3 *Sistemas Biodinámico y Basicéntrico de Coordenadas*
(Direcciones de los componentes de aceleración en manos)

Las variables a analizar será el nivel de exposición a la vibración y el tiempo de duración en la jornada laboral con exposición a la vibración, los datos obtenidos por el acelerómetro triaxial (ver figura 3.4) en conjunto con el analizador de vibraciones data log (ver figura 3.5), serán expuestas a un estudio correlacional y con ello se obtendrán datos significativos para poder emitir juicios de valor sobre la información en la plataforma de trabajadores de la empresa manufacturera automotriz, donde se definirá si las áreas de pintura están dentro de los límites permisibles de la NOM 024-STPS-2001.

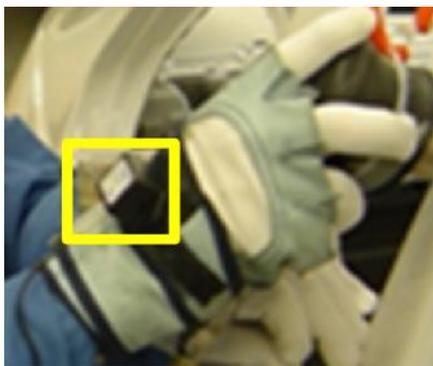


Figura 3.4 *Acelerómetro Triaxial*



Figura 3.5 *Data Log*

Se tienen los siguientes términos relacionados:

- Acelerómetro: Masa, sensibilidad, respuesta en frecuencia.
- Punto de medida: Representativo de dónde penetra la vibración a la mano.
- Uso de adaptadores: Los tipos necesarios.
- Fijación del acelerómetro: Lo más rígida posible.
- Medidas triaxial simultáneas: sobre un eje de coordenadas basicéntrico.

3.4.1 Recomendaciones para la realización de la medición

Según NOM-024-STPS-2001 para la realización de mediciones contempla las siguientes especificaciones:

- Siempre el mismo operador a la misma hora.
- Utilizar un equipo calibrado.
- Localizar los puntos de medición base.
- El periodo de frecuencia de toma de datos en la empresa automotriz, 2 veces a la semana por un periodo de 4 semanas.

3.4.2 Límites máximos permisibles de exposición

La siguiente tabla se tomará de referencia para analizar los límites máximos permisibles del tiempo de exposición diaria a la vibración según la NOM-024-STPS-2001, según los resultados que se obtengan de la recolección de datos.

DURACION DE LA EXPOSICION TOTAL DIARIA	Valores cuadráticos medios dominantes de la componente de las aceleraciones de frecuencia ponderada que no deben excederse	
	m/seg ²	g
4 horas y menos de 8	4	0,40
2 horas y menos de 4	6	0,61
1 hora y menos de 2	8	0,81
menos de 1 hora	12	1,22

Tabla 3.1 Límites permisibles de la exposición a la vibración, según la NOM-024-STPS-2001

Una vez que se ha determinado la instrumentación y especificaciones necesarias para realizar la medición, se deben considerar otros aspectos como lo son:

3.4.3 Colocación del acelerómetro

La fijación del acelerómetro en el punto de medida es un factor crítico para obtener datos fiables. La forma concreta de realizarla dependerá, en cada caso, de las posibilidades que ofrezca la operación, admitiendo que no hay un método perfecto y que cualquier procedimiento que se adopte ofrecerá ventajas e inconvenientes.

En cualquier caso habrá de procurarse que la fijación sea firme, que esté lo más próxima que sea posible a la superficie de contacto por donde se transmite el movimiento, que no interfiera con el funcionamiento de la herramienta y que no afecte a las características de las vibraciones de la superficie vibrante.

3.4.4 El cable de conexión

Al instalar el cable que conecta el acelerómetro con el módulo de medida, debe de procurarse que quede sujeto a la superficie que vibra cerca del acelerómetro, permaneciendo libre el trayecto que va desde el instrumento vibrante hasta el aparato de medida. Una conexión defectuosa puede producir una variación en la capacitancia del cable y, como consecuencia, un error en la medida. Además, si se curva de forma aguda, se flexiona o se somete a un esfuerzo significativo puede resultar afectado en sus prestaciones.

3.4.5 Duración de la medida

La medida debe cubrir un periodo de tiempo representativo del ciclo de trabajo que se está realizando, (este periodo de tiempo dependerá de lo crítico del problema a tratar por el operador en la línea de producción, mostrándose este en la tabla 4.1 de este documento), de forma que sea posible obtener un valor medio adecuado para evaluar la exposición en una jornada. Cuando sea posible, la medida debe iniciarse cuando el trabajador se pone en contacto con la superficie vibrante y terminar cuando el contacto se da por acabado. Este periodo puede incluir exposiciones variables e, incluso, nulas. Se deben repetir medidas en ciclos de trabajo equivalentes para confirmar los resultados. El tiempo total de medida debe ser, al menos, de 1 min. Para cada operación deben tomarse al menos tres muestras.

4. ANALISIS DE DATOS

Los datos recolectados de la siguiente investigación fueron tomados en la planta manufacturera automotriz de Hermosillo, Sonora, en las áreas de Pulido y Lijado del departamento de Pintura de 32 estaciones de trabajo en las cuales el operador esta en uso constante con herramientas manuales vibrantes, el periodo en que se llevaron a cabo las mediciones fue en los meses de mayo y junio del 2012 en los turnos matutino y vespertino, las mediciones se adquirieron de 32 operadores de las estaciones que se muestran en la tabla 4.7, de los cuales 30 operadores en la realización de su trabajo utilizan la mano derecha y dos la mano izquierda.

Habiendo podido utilizar en conjunto un acelerómetro triaxial y un analizador de datos (data log), en donde las aplicaciones de la estadística para esta investigación fue descriptiva. Para el análisis e interpretación de datos se estableció la información contenida en la NOM 024-STPS-2001 como punto de partida y así emitir juicios de valor.

4.1 Análisis de resultados por estación

La tabla 4.1 muestra una foto de los datos como los arroja el data log, en esta tabla se considera el tiempo de exposición por parte del operador en minutos, la aceleración de los tres ejes x, y, z y una lectura por cada segundo.

	A	B	C	D	E	F
1	Interval Minutes	G	G	G	Date	Time
2	0	0.85784	-0.12255	0.12255	6/4/2012	3:32:44 PM
3	0.02	0.85784	-0.12255	0.12255	6/4/2012	3:32:45 PM
4	0.03	0.85784	-0.12255	0.12255	6/4/2012	3:32:46 PM
5	0.05	-0.36765	0.12255	0.61275	6/4/2012	3:32:47 PM
6	0.07	-0.36765	0.12255	0.36765	6/4/2012	3:32:48 PM
7	0.08	-0.61275	-0.12255	0.61275	6/4/2012	3:32:49 PM
8	0.1	0.12255	0.61275	0.12255	6/4/2012	3:32:50 PM
9	0.12	-0.36765	0.36765	0.36765	6/4/2012	3:32:51 PM
10	0.13	-0.36765	0.12255	0.61275	6/4/2012	3:32:52 PM
11	0.15	-1.10294	0.12255	0.36765	6/4/2012	3:32:53 PM
12	0.17	0.61275	0.36765	0.12255	6/4/2012	3:32:54 PM
13	0.18	0.61275	-1.34804	0.12255	6/4/2012	3:32:55 PM
14	0.2	0.36765	-0.61275	0.61275	6/4/2012	3:32:56 PM
15	0.22	0.36765	-1.34804	0.36765	6/4/2012	3:32:57 PM

Tabla 4.1 Ejemplo de datos que te arroja el data log

Después se procede a calcular la intensidad de vibración a la que se expone cada operador.

La siguiente figura muestra las lecturas por segundo y las tres columnas “G”, representan la aceleración de los tres ejes correspondientemente X, Y y Z, en las columnas denominadas “X”, “Y”, “Z” se colocaron el resultado de elevar al cuadrado cada una de las lecturas originales mostradas en las columnas G, para posteriormente poder sacar la raíz cuadrática a dichos resultados y poder obtener los resultados en kj.

Una vez convertidos los datos en kj, se realiza una multiplicación por la gravedad que representa 9.81 m/s^2 y así poder obtener la intensidad de la vibración lo cual se representa en la columna “g”.

Interval Minutes	G	G	G	Date	Time	X	Y	Z	kj	g
0	0.85784	-0.12255	0.12255	6/4/2012	3:32:44 PM	0.73588947	0.0150185	0.0150185	0.87517225	8.58543979
0.02	0.85784	-0.12255	0.12255	6/4/2012	3:32:45 PM	0.73588947	0.0150185	0.0150185	0.87517225	8.58543979
0.03	0.85784	-0.12255	0.12255	6/4/2012	3:32:46 PM	0.73588947	0.0150185	0.0150185	0.87517225	8.58543979
0.05	-0.36765	0.12255	0.61275	6/4/2012	3:32:47 PM	0.13516652	0.0150185	0.37546256	0.72501558	7.11240281
0.07	-0.36765	0.12255	0.36765	6/4/2012	3:32:48 PM	0.13516652	0.0150185	0.13516652	0.53418307	5.24033587
0.08	-0.61275	-0.12255	0.61275	6/4/2012	3:32:49 PM	0.37546256	0.0150185	0.37546256	0.87518205	8.58553595
0.1	0.12255	0.61275	0.12255	6/4/2012	3:32:50 PM	0.0150185	0.37546256	0.0150185	0.63678848	6.24689498
0.12	-0.36765	0.36765	0.36765	6/4/2012	3:32:51 PM	0.13516652	0.13516652	0.13516652	0.63678848	6.24689498
0.13	-0.36765	0.12255	0.61275	6/4/2012	3:32:52 PM	0.13516652	0.0150185	0.37546256	0.72501558	7.11240281
0.15	-1.10294	0.12255	0.36765	6/4/2012	3:32:53 PM	1.21647664	0.0150185	0.13516652	1.16904306	11.4683124
0.17	0.61275	0.36765	0.12255	6/4/2012	3:32:54 PM	0.37546256	0.13516652	0.0150185	0.72501558	7.11240281
0.18	0.61275	-1.34804	0.12255	6/4/2012	3:32:55 PM	0.37546256	1.81721184	0.0150185	1.48583071	14.5759993
0.2	0.36765	-0.61275	0.61275	6/4/2012	3:32:56 PM	0.13516652	0.37546256	0.37546256	0.94132441	9.23439248
0.22	0.36765	-1.34804	0.36765	6/4/2012	3:32:57 PM	0.13516652	1.81721184	0.13516652	1.44483386	14.1738202

8.45	0.61275	0.36765	-0.36765	6/4/2012	3:41:11 PM	0.375462563	0.135166523	0.135166523	0.803614091	7.883454234
8.47	0.85784	0.61275	0.36765	6/4/2012	3:41:12 PM	0.735889466	0.375462563	0.135166523	1.116475952	10.95262909
8.48	0.61275	0.61275	0.12255	6/4/2012	3:41:13 PM	0.375462563	0.375462563	0.015018503	0.875182054	8.585535949
8.5	0.12255	-0.36765	0.61275	6/4/2012	3:41:14 PM	0.015018503	0.135166523	0.375462563	0.725015577	7.112402814
8.52	-0.36765	0.36765	0.61275	6/4/2012	3:41:15 PM	0.135166523	0.135166523	0.375462563	0.803614091	7.883454234
8.53	-0.61275	-0.36765	0.12255	6/4/2012	3:41:16 PM	0.375462563	0.135166523	0.015018503	0.725015577	7.112402814
8.55	0.36765	-1.10294	1.10294	6/4/2012	3:41:17 PM	0.135166523	1.216476644	1.216476644	1.602535432	15.72087258
8.57	0.61275	-0.12255	0.61275	6/4/2012	3:41:18 PM	0.375462563	0.015018503	0.375462563	0.875182054	8.585535949
8.58	0.85784	-0.12255	0.36765	6/4/2012	3:41:19 PM	0.735889466	0.015018503	0.135166523	0.941315298	9.234303075
8.6	0.61275	0.12255	0.61275	6/4/2012	3:41:20 PM	0.375462563	0.015018503	0.375462563	0.875182054	8.585535949
	0.19792783	0.24865474	0.20835781			0.40822523	0.42402765	0.53673770	1.05435745	10.34324654

Tabla 4.2 Resultados de intensidad de vibración

Una vez teniendo la intensidad de la vibración representada por “g”, se obtiene el promedio del tiempo de exposición a la vibración del turno de cada operador con respecto a la intensidad de la vibración. Según los resultados que se obtengan del tiempo de exposición, dichos resultados se compararan con los datos de los Valores límites permisibles de exposición de vibraciones aplicadas a las manos según la NOM 024-STPS-2001, Vibración (ver tabla 4.3).

Duración de la Exposición total diaria Total Diaria	Valores cuadráticos medios dominantes en la componente de las aceleraciones de frecuencia ponderada que no deben excederse	
	m/seg ²	G
4 horas y menos de 8	4	0.4
2 horas y menos de 4	6	0.61
1 hora y menos de 2	8	0.81
menos de 1 hora	12	1.22

Tabla 4.3 Valores de límites de exposición a la vibración según NOM 24

4.2 Interpretación de datos

A continuación se realiza el análisis de datos de una de las 32 estaciones de trabajo de pulido y lijado del departamento de Pintura, esta se muestra solo como ejemplo del trabajo realizado en las otras 31 estaciones, que habiéndoles aplicado la misma secuencia de ecuaciones para haber arrojado los resultados en la tabla 4.7.

Estación 66ARH

En la estación 66ARH (ver tabla 4.7) se obtienen los siguientes datos del data log en el turno completo con el operador (ver anexo 1).

Después se realizó un promedio de los datos y se aplicó la siguiente ecuación:

$$kj = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$kj = \sqrt{(0.1979)^2 + (0.2486)^2 + (0.2083)^2}$$

$$kj = \sqrt{(0.4082)^2 + (0.4240)^2 + (0.5367)^2}$$

$$kj = 1.05436$$

Una vez que se obtuvo kj que es la resultante del análisis de los 3 ejes expuestos a la vibración arrojados por el data log se multiplica por la gravedad (9.8 m/s^2) para poder obtener la intensidad de la vibración en términos de aceleración con la siguiente ecuación:

$$g = (kj \cdot 9.8 \text{ m/s}^2)$$

$$g = (1.0536) \cdot (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$g = 10.3358 \text{ m/s}^2$$

Después se obtiene en la tabla 4.4 el tiempo y porcentaje promedio en que se utiliza lijadora y pulidora por el operador en el turno.

Hr/Turno	Utilización Lijadora-Pulidora/Turno (Hr)	Utilización Lijadora-Pulidora/Turno (Min)	Porcentaje Utilización en Turno %
7.67	1.03 hr	61.8 min	13%

Tabla 4.4 Utilización de pulidora y lijadora diaria

Una vez que se obtiene el tiempo de exposición diaria a la vibración y la intensidad de aceleración, se procede a compararse los datos con los valores límites permisibles a la exposición de vibración en manos de la NOM 024, que muestra la tabla 4.5

Duración de la Exposición total diaria Total Diaria	Valores cuadráticos medios dominantes en la componente de las aceleraciones de frecuencia ponderada que no deben excederse	
	m/seg ²	g
4 horas y menos de 8	4	0.4
2 horas y menos de 4	6	0.61
1 hora y menos de 2	8	0.81
menos de 1 hora	12	1.22

Tabla 4.5 Valores límites para 1 hora y menos de 2 horas según la NOM 24

Entonces se puede concluir que en la estación 1 la exposición diaria fue de 1.03 horas y el valor cuadrático medio dio 10.3358 m/s^2 por lo que dicha estación esta en parámetros regulares según lo muestra la tabla 4.6

Dentro la Intensidad "g" y Tiempo "min"	Muy bien
Fuera "g" o "Tiempo "min"	Regular
Fuera la Intensidad "g" y Tiempo "min"	Mal

4.6 Criterios de evaluación

Este mismo método se utilizó en cada una de las estaciones sujetas a estudio por lo que a continuación se muestra en la tabla 4.7 las mediciones de cada una de las 32 estaciones del área de pintura dividida en 2 tablas de 16 estaciones cada una, donde se puede observar los datos más importantes como lo son el tiempo que está expuesto el operador en horas y minutos en turno, así como su porcentaje en turno y finalmente el rango de valores límites permisibles según la NOM 024.

P U L I D O & B L A C K O U T	16 ESTACIONES	KJ	G m/s ²	HR/ TURNO OPERADOR	LIJADORA	PULIDORA	UTILIZACION TOTAL			RANGO CONFORME NOM024
					TIEMPO TURNO (HR)	TIEMPO TURNO (HR)	TIEMPO TOTAL TURNO (HR)	TIEMPO TOTAL TURNO (min)	PORCENTAJE TOTAL TURNO (%)	
	66 LH	13.17	1.34	7.67	0.10	0.63	0.73	43.8	9.51%	Regular
	66 RH	11.58	1.18	7.67	0.14	0.86	1.00	60	13.03%	Muy bien
	66A LH	12.74	1.03	7.67	0.15	0.87	1.02	61.2	13.29%	Regular
	66A RH	10.34	1.05	7.67	0.11	0.92	1.03	61.8	13.42%	Regular
	67 LH	11.76	1.20	7.67	0.12	0.70	0.82	49.2	10.69%	Muy bien
	67 RH	13.54	1.38	7.67	0.12	0.83	0.95	57	12.38%	Regular
	67A LH	14.32	1.46	7.67	0.06	0.32	0.38	22.8	4.95%	Regular
	67A RH	10.74	1.09	7.67	0.13	0.49	0.62	37.2	8.08%	Muy bien
	68 LH	12.7	1.29	7.67	0.11	0.66	0.76	45.6	9.90%	Regular
	68 RH	12.83	1.31	7.67	0.08	0.79	0.87	52.2	11.34%	Regular
	68A LH	11	1.12	7.67	0.13	0.94	1.07	64.2	13.95%	Regular
	68A RH	12.47	1.27	7.67	0.08	0.75	0.83	49.8	10.82%	Muy bien
	70 LH	11.54	1.18	7.67	0.29	1.45	1.75	105	22.81%	Regular
	70 RH	14.78	1.51	7.67	0.24	1.21	1.45	87	18.90%	Regular
	70A LH	14.8	1.51	7.67	0.34	1.31	1.65	99	21.51%	Regular
	70A RH	17.05	1.74	7.67	0.35	1.32	1.67	100.2	21.77%	Regular

L I J A D O D E E - C O A T	16 ESTACIONES	KJ	G	HR/ TURNO	LIJADORA	PULIDORA	UTILIZACION TOTAL			RANGO CONFORME NOM024
					TIEMPO TURNO (HR)	TIEMPO TURNO (HR)	TIEMPO TOTAL TURNO (HR)	TIEMPO TOTAL TURNO (min)	PORCENTAJE TOTAL TURNO (%)	
	33RH	13.32	1.36	7.67	0.12	0.27	0.39	23.4	5.08%	Regular
	33LH	15.82	1.61	7.67	0.11	0.25	0.36	21.6	4.69%	Regular
	34RH	10.63	1.08	7.67	0.14	0.21	0.35	21	4.56%	Muy bien
	34LH	11.93	1.22	7.67	0.10	0.23	0.33	19.8	4.30%	Muy bien
	35RH	14.52	1.48	7.67	0.12	0.30	0.42	25.2	5.47%	Regular
	35LH	11.94	1.22	7.67	0.13	0.27	0.40	24	5.21%	Muy bien
	36RH	27.9	2.84	7.67	0.11	0.21	0.32	19.2	4.17%	Regular
	36LH	13.84	1.41	7.67	0.11	0.19	0.30	18	3.91%	Regular
	49RH	12.4	1.26	7.67	0.10	0.21	0.21	12.6	2.73%	Regular
	49LH	12.55	1.28	7.67	0.08	0.10	0.18	10.8	2.34%	Regular
	50RH	10.68	1.09	7.67	0.09	0.13	0.22	13.2	2.86%	Muy bien
	50LH	10.51	1.07	7.67	0.09	0.10	0.19	11.4	2.47%	Muy bien
	49ARH	11.15	1.14	7.67	0.10	0.13	0.23	13.8	2.99%	Muy bien
	49ALH	12.24	1.25	7.67	0.06	0.11	0.17	10.2	2.21%	Regular
	50ARH	11.78	1.20	7.67	0.09	0.15	0.24	14.4	3.12%	Muy bien
	50ALH	10.92	1.11	7.67	0.06	0.10	0.16	9.6	2.08%	Muy bien

Tabla 4.7 Resumen de análisis de datos de 32 estaciones del área de pintura

Según los datos obtenidos, se puede notar que al menos una de las variables (intensidad de vibración y tiempo de exposición a vibración) que se utilizaron como punto de partida para el análisis de datos, se encuentra dentro de los rangos permitidos según lo indica la NOM 024-STPS-2001 en la sección de límites permisibles de vibración en los centros de trabajo, sin afectar la salud y condición segura del operador, donde los operadores de las 32 estaciones están salvos de

sufrir DTA's, por lo que el riesgo de sufrir lesiones de trabajo a causa del factor vibración es poca, esto por los valores de cada una de las condiciones evaluadas.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La empresa obtuvo el diagnóstico del riesgo de trabajo en sus centros de operación en donde se utilizan herramientas manuales vibrantes y su personal está en constante contacto. Se pudo conocer el nivel de riesgo trabajo por operar con herramientas vibrantes y ver si este estaba dentro de los límites permisibles de exposición a vibración según lo establece la NOM-024-STPS-2001.

Este mismo análisis es aplicable a cualquier empresa en donde los trabajadores estén expuestos a herramientas vibrantes ya que dichos métodos en otras áreas de evaluación y análisis, se puede aplicar fácilmente y con éxito en cualquier trabajo.

Conclusión estadística

Como se puede observar en el capítulo 4, el análisis de los datos obtenidos de las 32 estaciones de trabajo que fueron objeto de estudio en la empresa automotriz del área de lijado y pulido del departamento de Pintura, nos arroja que están dentro de los límites permisibles según la NOM 024, en condiciones regulares y buenas, tomándose en cuenta dos variables; la primera, la intensidad de la vibración “g” y la segunda; el tiempo de exposición durante el turno de cada operador a las herramientas manuales, lo cual significa que en una estación denominada:

Muy bien

La intensidad de vibración “g” está dentro del parámetro de menos de 1Hr en la tabla X según los datos de aceleración y el tiempo del operador en uso está dentro, por lo tanto la estación se encuentra muy bien y no habrá riesgo de salud para el operador.

Regular

La intensidad de vibración “g” esta fuera del parámetro de menos de 1Hr en la tabla X según los datos de aceleración y el tiempo del operador en uso está dentro, por lo tanto la estación se encuentra regular y no habrá riesgo de salud para el operador.

Mal

La intensidad de vibración “g” esta fuera del parámetro de menos de 1Hr en la tabla X según los datos de aceleración, así mismo el tiempo el operador en uso esta fuera, por lo tanto la estación se encuentra mal y habrá que tomar ciertas precauciones severas porque puede haber ciertos riesgos de salud para el operador.

Recomendaciones

1. Considerar la gravedad del síndrome de vibración, que al igual que otros daños por traumatismos acumulados, tiene repercusiones y daños que si son identificados y atendidos a tiempo, son tratables, se pueden evitar y quizás hasta reversibles.
2. Contemplar diseños ergonómicos en los centros de trabajo, las líneas de producción en la planta automotriz se encontraron correctamente diseñadas según lo visto en los resultados, sin embargo, existen áreas de oportunidad de mejora.
3. El utilizar herramientas con los diseños y especificaciones correctas que contribuyan a reducir los niveles de vibraciones suministradas a los trabajadores. De esta forma se reducirá la intensidad directa a las manos de los trabajadores y contribuirá aunque de forma significativa a la incidencia de síntomas que genera la exposición constante a la vibración.
4. Se recomienda un programa de vigilancia médico previo a la colocación de los trabajadores que vayan a utilizar herramientas vibrantes en sus centros de trabajo, en el cual se deberá incluir los antecedentes de trabajo y el historial clínico de cada trabajador.
5. Realizar evaluaciones periódicas del estado de salud de todos los trabajadores que utilicen herramientas manuales vibrantes para detectar síntomas o signos que puedan involucrar al síndrome de vibración, deben ser realizadas en un periodo considerable ya que la gravedad del síndrome de vibración parece

estar directamente relacionada con el tiempo acumulado de exposición y los efectos en la salud puede llegar a ser irreversible.

6. Los trabajadores que usan herramientas manuales vibrantes y sus empleadores deben ser informados de los síntomas y consecuencias del síndrome de vibración.
7. Los médicos deben de ser capacitados y tener amplio conocimiento del síndrome de vibración para poder ejercer con toda autoridad un diagnóstico de este síndrome.
8. Utilizar equipo de protección personal de acuerdo a las actividades realizadas en el desempeño de su trabajo, como guantes para ayudar a disminuir la intensidad de vibración transmitida a las manos, a pesar de no ser un método que reduzca la vibración, ayudará a mantener las manos calientes, y reducir la severidad del síndrome.
9. Las herramientas manuales vibrantes deben ser cuidadosamente mantenidos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, para mantenerse dentro de la NOM 24-STPS-2001.

6. REFERENCIAS

Annals of family medicine, (2004) Laser Acupuncture and Microamps TENS, Controlled Study and Open Protocol Study Ann Fam Med published [en línea] Junio 02, 2004 [fecha de acceso 26 de Julio 2011] Disponible en <http://www.annfammed.org/cgi/content/full/2/3/267>

Bakst R.; Merola J.; Franks A.; Sanchez M. y R. Perelman, (2008) *Fenómeno de Raynaud: patogénesis y gestión*. J Am Acad Dermatol .octubre 2008.

Castellanos, M. y F. Sánchez (2005) *Programa de Mantenimiento Predictivo por análisis de Vibraciones en Equipos Críticos de la Industria Azucarera*. Tesis de licenciatura. Universidad Centroamericana“José Simeón Cañas”. [En Línea] Mayo 2005 [fecha de acceso 11 de abril del 2011] Disponible en <http://es.scribd.com/doc/61627677/7/PRINCIPIOS-BASICOS-PARA-EL-ANALISIS-DE-VIBRACIONES>

Cuidado de Diabetes (2004) *Diabetes Care* [en línea] July 2004 vol. 27 no. 7 1783-1788. [Fecha de acceso 10 de abril de 2011] Disponible en <http://care.diabetesjournals.org/cgi/content/full/27/7/1783>

Griffin, M., (1990) *Handbook of Human Vibration*. Londres: Academic Press.

Goodyear, F. y B. Arroll, (2004) *What Can Family Physicians Offer Patients With Carpal Tunnel Syndrome Other Than Surgery? A systematic review of nonsurgical management*. Annals of Family Medicine [en línea] 2004 [fecha de acceso 20 de abril de 2012]; 267-273. Disponible en: <http://www.annfammed.org/cgi/content/full/2/3/267>

Informe Europeo Estrés Laboral (1999) *Guía sobre el estrés relacionado con el trabajo*. [en línea] [fecha de acceso 6 de febrero de 2011] Disponible en

http://www.ucm.es/info/seas/estres_lab/informes/Informe%20europeo%20Estres%20Laboral.pdf

Instituto Mexicano del Seguro Social, (2010) *Estadísticas* del 02 de Julio de 2010.

Olarte, W.; Botero A.; Canon, M. y A. Benhur, (2010a) *Análisis de vibraciones: una herramienta clave en el mantenimiento predictivo*. Scientia Et Technica, vol. XVI, núm. 45, Pereira, agosto, 2010, pp. 219-222.

Olarte, W.; Botero A.; Canon, M. y A. Benhur, (2010b) *Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria*. Scientia Et Technica, vol. XVI, núm. 45, Pereira, agosto, 2010, pp. 223-226.

OTI, (2011) Organización Internacional del Trabajo, [En línea] [fecha de acceso 15 de julio de 2011] Disponible en: <http://www.ilo.org/global/publications/lang--es/index.htm>

Parra F.; Parra L. y P. Tisiotti, (2007) *Síndrome del túnel carpiano*. Revista de Posgrado del 10 a VIa Cátedra de Medicina. N° 173 – Septiembre 2007.

Pelmeur, P.; Taylor, W. y D. Wasserman, (1992) *Hand-arm Vibration, a comprehensive guide for occupational health professionals*. Editorial Van Nostran.

Perez A., (2005) *Avulsión de parte de una falange, síndrome del túnel carpiano y contractura de Dupuytren. ¿Coincidencia o relación causal?* Cuaderno de medicina forense [En línea] abril 2005 [fecha de acceso 20 de mayo de 2012]; 107-111. URL disponible en: <http://www.scielo.isciii.es/pdf/cmfn40/Art02.pdf>

Pichardo, G. y M. Jiménez, (2007) *Vibraciones y Salud en el Trabajo*, Agosto 2007, México D.F.

Mechanical Vibration-Guidelines for the Measurement and the Assessment of Human Exposure to Hand-Transmitted Vibration (1986) ISO 5349. Ginebra:ISO.

Measurement and Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Mechanical Vibration and Repeated Shock (1987) BS 6841. Londres: BSI.

Millar, D., (1983) *Current Intelligence Bulletin 38, Vibration Syndrome*, March 29, 1983.

Montoro, A., (2012) *Síndrome del tunel carpiano*. Efisioterapia [en línea] [fecha de acceso 16 de febrero de 2012]; URL disponible en:
<http://www.efisioterapia.net/descargas/pdfs/sindrometunel- carpiano.pdf>

NIOSH (1997) National Institute For Occupational Safety And Health [En línea] [fecha de acceso 06 de marzo de 2011]. Disponible en:
http://www.bvsde.paho.org/foro_hispano/4_tunel_carpio.pdf

Santurio J.; Rodríguez J. y E. Argüelles, (2006) *Estudio de la exposición a vibraciones mano-brazo en el trabajo con máquinas-herramientas portátiles*. Instituto asturiano de prevención de riesgos laborales, 2006.

Universidad Politécnica de Valencia (UPV), (2011) *Servicio Integrado de Prevención en Riesgos Laborales*. [En línea] [fecha de acceso 03 de mayo de 2011] Disponible en http://www.sprl.upv.es/D7_15_b.htm#p1

Viera, A., (2003) *Management of carpal tunnel syndrome*. American Academy of Family Physicians [en línea] Julio 2003 [fecha de acceso 13 de enero de 2012]; 265-272. disponible en: <http://www.aafp.org/afp/20030715/265.pdf>

Vinik, A.; Mehrabyan, A.; Colen, L. y A. Boulton, (2004) *Focal entrapment neuropathies in diabetes*. Diabetes Care [en línea] 2004 [fecha de acceso 17 de mayo de 2012]; 1783-1788. Disponible en:
<http://care.diabetesjournals.org/cgi/content/full/27/7/1783>