

**MODELO PARA LA VIGILANCIA DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIÓN
MANO-BRAZO EN TRABAJADORES DE EMPRESAS DEL SECTOR
AUTOMOTOR**

Juan Carlos Ayala Nieto

Tania Norelly González Rojas

Heidy Steffi Rivera Nestiel

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

Especialización en Salud Ocupacional

Bogotá, 2019

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE MEDICINA

**MODELO PARA LA VIGILANCIA DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIÓN
MANO-BRAZO EN TRABAJADORES DE EMPRESAS DEL SECTOR
AUTOMOTOR**

Línea de investigación:

Exposición ocupacional y efectos en salud

Juan Carlos Ayala Nieto

Tania Norelly González Rojas

Heidy Steffi Rivera Nestiel

Trabajo de grado como requisito para Optar al Título de:

Especialista en Salud ocupacional

Asesores temáticos:

Carlos Efraín Cortés – Lidy Yadira Cetina Castillo

Asesor metodológico:

Lidy Yadira Cetina Castillo

Nota de aceptación:

Director de investigaciones

Director división de posgrados

Firma del jurado

Nota de salvedad

“La universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan los agradecimientos a:

A Dios quien nos guio, protegió, fortaleció y nos brindó sabiduría para el desarrollo de la tesis.

Nos dio paciencia en los momentos de frustración y nos motivó para realizar nuestro mejor esfuerzo en la búsqueda del conocimiento.

Lidy Yadira Cetina, asesora metodológica y temática, de proyecto de grado, por la transmisión de sus conocimientos y la guía y apoyo durante todo el desarrollo del trabajo.

Carlos Cortés, asesor temático, por su guía y apoyo a lo largo del desarrollo del trabajo de investigación.

La Universidad El Bosque

Y a todos aquellos que colaboraron de manera abierta y desinteresada en la culminación de la presente investigación.

DEDICATORIA

A Dios por darnos la sabiduría, para emprender un camino de obstáculos, pero de valiosos aprendizajes.

A nuestros padres por darnos el apoyo para continuar y no desfallecer.

A los docentes Lidy Yadira Cetina y Carlos Cortés, por la paciencia y por ser nuestra guía para el desarrollo del proyecto.

GUÍA DE CONTENIDO

1. Planteamiento del problema de investigación	16
1.1. <i>Antecedentes</i>	16
1.2. <i>Pregunta de investigación</i>	18
1.3. <i>Justificación.....</i>	18
2. Objetivos.....	21
2.1. <i>Objetivo general</i>	21
2.2. <i>Objetivos específicos</i>	21
3. Marco conceptual	21
3.1. <i>Vibración Mano- brazo</i>	24
3.2. <i>Vigilancia de la exposición ocupacional</i>	24
3.3. <i>Vigilancia del ambiente de trabajo/ condiciones de trabajo</i>	25
3.4. <i>Vigilancia de salud de los trabajadores</i>	26
3.5. <i>Efectos en la salud por exposición a vibración transmitida a mano- brazo</i>	27
3.6. <i>Herramientas informáticas para la vigilancia a la exposición</i>	29
3.7. <i>El proceso productivo del sector automotor</i>	29
4. Estado del arte	32
4.1. <i>Artículos</i>	33
4.2. <i>Publicaciones Institucionales</i>	42
4.3. <i>Tesis y trabajos de grado.....</i>	45
5. Metodología.....	47
5.1. <i>Aspectos éticos.....</i>	47
5.2. <i>Materiales y métodos.....</i>	49

6. Resultados	53
6.1. Identificación de factores de riesgo	53
6.1.1. Herramienta de identificación de factores de riesgo : Lista de chequeo	53
6.1.2. Formato de inventario de actividades con exposición a vibración	56
6.2. Revisión de normatividad vigente en referencia a la vigilancia a la exposición	62
6.2.1. Matriz de requisitos legales a nivel nacional	62
6.2.2. Comparación de la legislación nacional con legislación internacional	65
6.2.3. Matriz de guías técnicas	67
6.3. Protocolo de vigilancia del ambiente de trabajo	69
6.3.1. Caracterización del ambiente de trabajo.	70
6.3.2. Valoración cualitativa	71
6.3.3. Valoración por estimación	71
6.3.4. Valoración cuantitativa	73
6.3.5. Informe higiénico de evaluación de la exposición a vibración mano - brazo.	84
6.3.6. Controles	86
6.4. Protocolo de vigilancia de la salud	89
6.4.1. Identificación de signos y síntomas por exposición a vibración mano- brazo.	89
6.4.2. Diligenciamiento de formato de identificación de signos y síntomas.	90
6.4.3. Diagrama de flujo de la vigilancia médica por exposición a vibración mano-brazo.	94
6.4.4. Clasificación de no caso, caso probable y caso confirmado	97
6.4.5. Acciones en salud	99
6.5. Herramienta informática	102
6.5.1. Menú vigilancia del ambiente de trabajo	106
6.5.2. Menú vigilancia de la salud	109
6.5.3. Consolidado por trabajador	113

6.5.4.	<i>Resultados</i>	114
7.	Discusión	116
8.	Conclusiones	119
9.	Recomendaciones	122
10.	Referencias	124
11.	Referencias anexo 3	134

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Fases neurosensoriales de la escala del taller de Estocolmo para el síndrome de vibraciones mano-brazo.</i>	27
<i>Tabla 2. Escala del Taller de Estocolmo para las fases del fenómeno de Raynaud inducido por el frío en el síndrome de vibraciones mano-brazo.</i>	28
<i>Tabla 3. Artículos científicos referentes a Vigilancia y/o medición de la exposición a vibración, y efectos atribuibles al agente.</i>	33
<i>Tabla 4. Trabajos de investigación de la Universidad El Bosque y otras universidades relacionados con la vibración.</i>	45
<i>Tabla 5. Descripción de actividades objetivo 1</i>	49
<i>Tabla 6. Descripción de actividades objetivo 2</i>	50
<i>Tabla 7. Descripción de actividades objetivo 3</i>	50
<i>Tabla 8. Descripción de actividades objetivo 4</i>	51
<i>Tabla 9. Descripción de actividades objetivo 5</i>	52
<i>Tabla 10. Nivel de probabilidad</i>	59
<i>Tabla 11. Nivel de consecuencia</i>	59
<i>Tabla 12. Nivel de riesgo</i>	60
<i>Tabla 13. Significado nivel de riesgo</i>	60
<i>Tabla 14. Aceptabilidad del riesgo</i>	60
<i>Tabla 15. Número de muestras a tomar de acuerdo al tamaño del GES</i>	73
<i>Tabla 16. Modelos de acelerómetros</i>	75
<i>Tabla 17. Modelo de equipo para calibración de acelerómetro</i>	77
<i>Tabla 18. Frecuencia de las mediciones</i>	83
<i>Tabla 19. Controles teniendo en cuenta la intensidad de la exposición</i>	87
<i>Tabla 20. Intensidad del dolor</i>	91
<i>Tabla 21. Signos para la vigilancia de la exposición a vibración mano brazo</i>	92

<i>Tabla 22. Pruebas sugeridas para confirmar diagnósticos vasculares, neurológicos u osteomusculares.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 23. Clasificación de no casos, caso probable y caso confirmado respecto a la intensidad de la exposición:.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 24. Frecuencia de evaluación de signos y síntomas de exposición a vibración mano-brazo y examen médico periódico de acuerdo a la intensidad de la exposición.....</i>	<i>99</i>

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Cadena productiva del sector automotor</i>	<i>30</i>
<i>Figura 2: Diagrama de flujo vigilancia del ambiente de trabajo</i>	<i>70</i>
<i>Figura 3. Ejes ortogonales para la medición de la vibración mano-brazo</i>	<i>78</i>
<i>Figura 4. Ubicación del acelerómetro para la medición de la vibración mano-brazo</i>	<i>79</i>
<i>Figura 5. Flujograma para la vigilancia médica por exposición a vibración mano- brazo y seguimiento de casos.</i>	<i>95</i>
<i>Figura 6: Diagrama de flujo vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 7: Página principal herramienta informática</i>	<i>104</i>
<i>Figura 8: Pantalla de datos básicos de la empresa de la herramienta informática</i>	<i>105</i>
<i>Figura 9: Formulario información de la empresa</i>	<i>105</i>
<i>Figura 10: Menú herramienta informática</i>	<i>106</i>
<i>Figura 11: Formulario para captura de información de inventario de actividades.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 12: Formulario para clasificación y conformación de los grupos de exposición similar</i>	<i>107</i>
<i>Figura 13: Formulario para recolección de datos de la medición en campo.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 14: Ejemplo de consolidado por GES</i>	<i>109</i>
<i>Figura 15: Formulario de captura de información general del trabajador</i>	<i>110</i>
<i>Figura 16: Formulario para antecedentes médicos y hábitos</i>	<i>110</i>
<i>Figura 17: Formulario para antecedentes médico laborales</i>	<i>111</i>
<i>Figura 18: Formulario para historia laboral</i>	<i>111</i>
<i>Figura 19: Formulario para signos vitales.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 20: Formulario para revisión por sistemas</i>	<i>112</i>
<i>Figura 21: Formulario para examen físico.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 22: Ventana para acceder al consolidado por trabajador.....</i>	<i>114</i>

<i>Figura 23: Ejemplo de resultados de la herramienta</i>	115
---	------------

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Lista de chequeo de identificación de factores de riesgo de vibración mano- brazo

Anexo 2. Formato de inventario de actividades con exposición a vibración mano-brazo

Anexo 3. Matriz legal nacional de vigilancia de la exposición ocupacional

Anexo 4. Comparación de la legislación nacional con legislación internacional

Anexo 5. Matriz de guías técnicas

Anexo 6. Clasificación y conformación de los grupos de exposición similar (GES)

Anexo 7. Formato de recolección de datos de exposición a vibración mano-brazo”,

Anexo 8. Formato de identificación de signos y síntomas asociados a la exposición a vibración mano-brazo

Anexo 9. Herramienta informática

RESUMEN

La vibración mano-brazo está presente en diversas actividades de la industria automotriz y tiene implicaciones, a corto, medio y largo plazo en la salud de los trabajadores. Sin embargo, en Colombia se presentan brechas tanto en el abordaje técnico de la evaluación y control de la exposición como en la legislación frente a ese peligro. En este trabajo de investigación se abordaron las actividades necesarias para la vigilancia de la exposición y se desarrollaron herramientas para: identificación y caracterización del riesgo, identificación de los trabajadores expuestos, vigilancia del ambiente de trabajo, vigilancia de los efectos en salud, lista de chequeo específica para vibración mano-brazo, grupos de exposición similar GES, entre otras que componen en su totalidad un programa de vigilancia, el cual, fue desarrollado de acuerdo con la normatividad nacional, guías internacionales, recomendaciones técnicas de la higiene industrial y la salud ocupacional de forma organizada, jerárquica y argumentada, constituyéndose así en una herramienta para las empresas que tengan vibración mano-brazo dentro de sus peligros físicos para que puedan utilizarla de forma práctica y segura y puedan aplicar la jerarquía de controles.

Palabras clave: *Vigilancia de la exposición, vibración mano-brazo, vigilancia de la salud, evaluación de la exposición ocupacional*

ABSTRACT

Hand-arm vibration is present in various activities of the automotive industry and has implications on workers health in the short, medium and long term. In Colombia, there are gaps in the technical approach of the risk assessment for hand-arm vibration, the control of its exposure, and proper legislation against this hazard as well. In this research work, the necessary activities for surveillance of exposure to this risk were addressed and tools were developed to accomplish the following: identification and characterization of the risk, identification of exposed workers, monitoring of the work environment, monitoring of health effects, specific check list for hand-arm vibration, similar exposure groups GES, among others. These make up in its entirety an organized, hierarchical and argued surveillance program, which was developed in accordance with national regulations, international guidelines and technical recommendations on industrial hygiene and occupational health, thus becoming a tool for companies that have hand-arm vibration within their physical dangers, so that they can apply the hierarchy of controls in a practical and safe way.

Keywords: Exposure surveillance, hand-arm vibration, health surveillance, occupational exposure assessment

1. Planteamiento del problema de investigación

1.1. Antecedentes

El sector automotor involucra dentro de las actividades realizadas para llevar a cabo ciertos procesos, el uso de herramientas y máquinas que representan peligro físico para el colaborador, como lo es la vibración mano-brazo, la cual, desencadena sintomatología colectivamente denominada como síndrome de vibración mano- brazo, que incluye desórdenes musculoesqueléticos, vasculares y sensitivos (1) llegando a instaurar enfermedades laborales por exposición repetida.

Se ha informado que el número de personas expuestas a las vibraciones transmitidas a la mano para el trabajo excede de 150.000 en los Países Bajos, 0,5 millones en Gran Bretaña y 1,45 millones en los Estados Unidos (2). Entre los años 2007 y 2016, en Gran Bretaña se presentaron 7375 nuevos casos del síndrome mano-brazo y 3615 nuevos casos del síndrome del túnel carpiano, dos enfermedades asociadas a la exposición a vibración (3). Así mismo, uno de cada tres trabajadores en Europa está expuesto a algún tipo de vibración y uno de cada cuatro trabajadores está expuesto al menos la cuarta parte de la jornada de trabajo. Las estadísticas por sector en Europa evidencian que los sectores con mayor exposición son el de la construcción con 63% de los trabajadores y manufactura y minería con el 44% de los trabajadores (4).

El informe de enfermedad profesional 2001-2002 de Colombia (5) deja a la evidencia la variación de la tasa de enfermedad profesional de algunos países que va desde 249 en Alemania a 922 por cada 100.000 trabajadores en Bélgica, mientras que la OIT ha reportado tasas de incidencia de 8.000 casos por cada 100.000 trabajadores. Por su parte la OMS reportó tasas cercanas a 500 casos por cada 100.000 trabajadores según reportes médicos en países europeos. Así mismo para este periodo, en nuestro país se registró un tasa de 24 casos por 100.000 trabajadores .

El Fondo de Riesgos Laborales del Ministerio de trabajo (6), arroja estadísticas indicativas de enfermedad laboral que van en notable aumento ya que tomando como referencia la incidencia de años anteriores, se encuentra que para el año 2014; hubo un total de 10.361 casos, en el año 2015 un total de 9.583 casos y un aumento notable en los años 2016-2017 con un total de incidencia de 10.563 casos de enfermedad profesional.

Por otra parte, si se discrimina la información de acuerdo al sector y actividad económica en Colombia en su globalidad, según Fasecolda (7), en la industria manufacturera; automotriz, se reportan para el año 2013; 98 casos, para el año 2014; 131 casos, para el año 2015; 103 casos y para el año 2016; 113 casos. Se evidencian mínimas fluctuaciones en el número de casos presentados en el transcurso de ese periodo, mientras que para la ciudad de Bogotá se reporta para el año 2013, 54 casos, para el año 2014; 98 casos, para el año 2015; 57 casos, para el año 2016; 26 casos.

El mayor número de casos se encuentra entre el periodo 2013-2015, tal como lo indica, donde se evidencia una mayor incidencia de enfermedad laboral en ese periodo, respecto al total de casos presentados en esos años en Colombia en su globalidad, y una disminución de incidencia para el año 2016 (26 casos), respecto al total que se registró en el país para ese año (113 casos). Sin embargo las estadísticas no reportan un informe específico del tipo de peligro al cual se atribuye ese número de enfermedades, en este sector económico y a dichas actividades, ni un reporte de diagnósticos atribuibles al peligro físico de vibración, tales como trastornos osteomusculares, vasculares o neuromusculares, dificultando la toma de decisiones para la intervención de los trabajadores en el lugar de trabajo.

Ahora bien, el uso de máquinas y herramientas manuales es inevitable en la ejecución de algunos procesos en el sector automotor. Dichas herramientas son generadoras de vibración con lo cual se hace

necesario diseñar un modelo para la vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo, en trabajadores del sector automotor que permita obtener información relacionada con la exposición ocupacional a este agente físico y sus posibles efectos en la salud de la población trabajadora expuesta .

1.2. Pregunta de investigación

Este trabajo pretende resolver la pregunta ***¿Cuáles son las actividades necesarias para la vigilancia de la exposición ocupacional a vibración mano- brazo en trabajadores del sector automotor?***

1.3. Justificación

Las actividades que generan exposición a vibración son fácilmente detectables en los lugares de trabajo y muy pocas veces generan daños inmediatos para la salud y enfermedades laborales mortales por lo que su vigilancia puede no representar tanta relevancia; sin embargo, la exposición prolongada a este agente físico puede generar efectos crónicos en la salud del trabajador, los cuales, tienden a manifestarse a largo plazo. Las vibraciones mano-brazo dañan la percepción subjetiva, la coordinación de la motricidad fina y la capacidad de rendimiento. En caso de exposición por muchos años, pueden provocar además trastornos de irrigación sanguínea, trastornos de nervios, alteración de músculos y daños en huesos y articulaciones. Así mismo, largas exposiciones a las vibraciones en el área de alta frecuencia pueden ocasionar trastornos de irrigación sanguínea en los dedos (8).

La Recomendación No. 156 del año 1977 establecida por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), sugiere parámetros para vigilar la exposición ocupacional de los trabajadores entre los que se incluye: Realizar exámenes médicos u otros exámenes o investigaciones y realizar registros de los mismos para vigilar la exposición del trabajador a la vibración, así como vigilar su estado de salud y determinar los efectos a nivel de mano- brazo por exposición a vibración (9).

En Reino Unido, la exposición a vibración mano-brazo está limitada a una aceleración ponderada a 8 horas de energía a 5 m/s^2 , pero además de ese control, cuando los trabajadores se encuentran expuestos a un valor que supere 2.5 m/s^2 , se establece que el empleador debe reducir la exposición a un valor razonable, proporcionar vigilancia de la salud al trabajador y de esta manera, detectar cualquier caso de síndrome de vibración mano-brazo, brindando atención temprana (10).

Por su parte, el Centro Canadiense para la Seguridad y Salud Ocupacional CCOHS se rige actualmente por los valores límites permisibles establecidos por la ACGIH para la exposición a vibración mano-brazo, pero no ha establecido regulaciones propias (11), lo que denota la falta de consolidación de normatividad, sistemas y guías para la vigilancia de la exposición y el efecto, tal como sucede en Colombia donde se evidencia la falencia en cuanto a modelos o sistemas que propendan a monitorear los efectos de la vibración.

En Colombia, el Ministerio de la Protección Social, en las Guías para atención integral basadas en la evidencia para desórdenes músculo esqueléticos de miembro superior adoptadas por la resolución 2844 de 2007 (12), determina que estos son producto de varios factores dentro de los cuales se encuentra la herramientas vibración segmentaria derivada del uso de herramientas vibratorias que para el síndrome de túnel del carpo específicamente se desarrolla por uso de generadoras de vibración superior a 3.9 m/s^2 y para el caso de la enfermedad de Quervain, se agrava el efecto por el uso de herramientas de mano con vibración > 2 horas/día (13), las cuales, son utilizadas en el sector automotor en Colombia.

El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud en el Trabajo NIOSH estimó que cerca de 1.2 millones de trabajadores de los Estados Unidos de América están expuestos a vibración mano-brazo y de este número 250.000 se encuentran en el sector manufacturero (14); dicha exposición corresponde

al uso de herramientas de mano, factor determinante para el monitoreo de la salud de la población expuesta.

En Colombia se conocen estadísticas acerca del número de trabajadores del sector automotor, pero no del número específico de expuestos al peligro, teniendo así que para el año 2016 el número de trabajadores de la industria automotriz fue de 24.574 para la actividad económica de fabricación de vehículos automotores y sus motores, 5.641 para la fabricación de carrocerías para vehículos automotores y fabricación de remolques y semiremolques y 7.679 para fabricación de partes y accesorios para vehículos automotores y para sus motores (7) con lo cual, se hace evidente el número de trabajadores potencialmente expuestos a vibración y así mismo, la necesidad de vigilar sus condiciones de trabajo y salud.

El sector automotor en Colombia que integra las actividades económicas fabricación de vehículos automotores y sus motores, fabricación de carrocerías para vehículos automotores, fabricación de remolques y semirremolques y fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores, reúne un total de 183 establecimientos industriales, de los cuales, el 41,3% se encuentran en la ciudad de Bogotá, el 19,4% en la ciudad de Medellín, el 10,7% en la ciudad de Cali y el porcentaje restante en otras ciudades del país; en cuanto a la producción bruta estas actividades económicas generan un 2.7% del total de la producción de la industria manufacturera. El sector automotor genera 16.353 puestos de trabajo de los cuales, el 57,14% son permanentes y el 42,86% son temporales; la ciudad de Bogotá emplea el mayor número de personas en este sector con un total de 8.991 puestos de trabajo (15).

Finalmente, el modelo de vigilancia de la exposición planteado puede ser de utilidad a otros sectores industriales como por ejemplo: construcción, agricultura, transporte, entre otros, que pudieran presentar

situaciones de exposición a vibración mano- brazo y que puedan utilizar este trabajo como un referente teórico y metodológico dando un contexto propio a su sector.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Proponer un modelo de vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo, que relacione la evaluación de las condiciones de trabajo y los efectos en la salud en la población ocupacionalmente expuesta en actividades específicas del sector automotor.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar los factores de riesgo asociados a la exposición a vibración en el proceso de trabajo de la industria automotriz.
- Establecer los requisitos legales y técnicos aplicables a la vigilancia de la exposición ocupacional a vibración.
- Diseñar un protocolo de vigilancia de las condiciones de trabajo generadoras de vibración en la industria automotriz.
- Diseñar un protocolo de vigilancia de los efectos en la salud potencialmente relacionados con la exposición ocupacional a vibración en los trabajadores de la industria automotriz.
- Elaborar una herramienta informática que permita conectar los resultados de la vigilancia de las condiciones de trabajo y los efectos en salud de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a vibración.

3. Marco conceptual

Durante muchos años, se estudiaron los campos de salud y trabajo desde perspectivas netamente de bienestar y productividad respectivamente, hoy en día lo que era un campo exclusivo de la economía,

se ha convertido en terreno de interés para otros que han notado la necesidad de relacionar estos dos factores, analizando la influencia del trabajo en la salud del trabajador.

Surge la necesidad de categorizar al trabajo como el aspecto central para la comprensión de la salud-enfermedad en la industria capitalista, es entonces evidente la carencia de una estructura que contemple la comprensión de la salud partiendo del análisis del proceso de trabajo, lo que se traduce en la vigilancia, monitoreo o caracterización de la exposición a determinado agente, sin olvidar que el trabajo no es solamente un factor de riesgo ambiental, sino una categoría social influyente desde el punto de vista de producto y consumo, convirtiéndose en un componente básico de toda vida social, es así, como debe ser un factor clave para la determinación y explicación de los orígenes sociales de la enfermedad, hallando un vínculo entre éste y el estado del ciclo vital de los trabajadores, para ello la comprensión de dicho proceso es determinante para el monitoreo y control (16)

Visto desde esta perspectiva es importante consolidar una conceptualización de cada uno de los componentes que se plantean para un modelo para la vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo en trabajadores de empresas del sector automotor.

Según el Diccionario de la Real Academia Española RAE (17) el **modelo** es un arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo, es un esquema teórico de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar la comprensión de un componente, y el estudio de su comportamiento. Por su parte un **protocolo** es definido como una secuencia detallada de un proceso de actuación científica, técnica o médica.

Podemos definir la **vigilancia** en sí misma como el cuidado y la atención exacta de las cosas en ciertos objetivos; al hacer énfasis en la palabra exacta, vista como la especificidad de los componentes atribuibles a monitorear, cabe resaltar el proceso de trabajo y con él sus factores, que como bien

menciona Laurell (16) corresponden a : trabajo, instrumento y objeto, los cuales permiten una comprensión técnica y social de cualquier trabajo particular.

La vigilancia aplicada al trabajo en cuestión, incluye dentro de sus componentes a monitorear la exposición al agente físico, como uno de los determinantes para el desarrollo de efectos, explicados en segmentos posteriores, de este modo cabe aclarar que la **exposición** en términos de higiene industrial y salud ocupacional, según Carbone (18) es un término que se relaciona con una serie de condiciones o situaciones que tiene un estado entre 0 y 1 es decir, representa un término cuantitativo relacionado con la probabilidad del daño; dicho de este modo se habla de exposición cuando lo que se pone en contacto con la persona; lo daña, independientemente de cuales sean las consecuencias, definiéndose como el contacto directo o indirecto con el agente de riesgo presente (19). Frente a esto se determinan parámetros existentes en un ambiente de trabajo que determinarían la existencia de exposición los cuales son: necesaria existencia de un agente, necesaria existencia de una persona y la necesaria existencia del contacto entre el agente y la persona, bien sea en el escenario de trabajo dando así lugar a la **exposición ocupacional**. Cabe mencionar el término **expuesto** que por su parte hace referencia a una expresión dicotómica cualitativa, indicativo de estar o no expuesto por lo cual su calificación a diferencia de la exposición se califica e identifica con o sin contacto con lo que puede o no dañar (18).

Al ser necesaria la existencia de un causal de la exposición, se define así el **factor de riesgo** como aquellas condiciones del ambiente, instrumentos, materiales, la tarea o la organización del trabajo que encierra un daño potencial en la salud de los trabajadores y se considera para nuestro objeto de estudio al **factor de riesgo físico** como las condiciones ambientales de naturaleza física considerando esta como la energía que se desplaza en el medio, que cuando entren en contacto con las personas pueden tener efectos nocivos sobre la salud dependiendo de su intensidad, exposición y concentración de los mismos (19).

3.1. *Vibración Mano- brazo*

Los componentes del proceso de trabajo convergen en la exposición, puesto que el estudio del objeto del trabajo, debe tomar en cuenta sus propiedades físicas, químicas y biológicas, dentro de las cuáles se hace relevancia a la vibración; cuyas características traducirían probablemente, un riesgo para la salud, teniendo en cuenta que las exigencias de la producción capitalista puede convertir en objetos de trabajo, objetos que son peligrosos para la salud (16), en varias actividades industriales se encuentran muy extendidos los procesos y herramientas a motor que exponen las manos del operario a vibraciones (20). Los instrumentos de trabajo pueden ser analizados en términos de sofisticación y técnica haciendo inferencia al grado de control que el trabajador puede tener sobre el instrumento que utiliza y al riesgo implicado entre el trabajador y el instrumento u objeto, lo que hace necesaria la vigilancia exacta y milimétrica (16).

Como sinónimos de vibraciones transmitidas a las manos se utilizan con frecuencia las expresiones vibraciones mano-brazo y vibraciones locales o segmentarias. Dicho de este modo la vibración mano-brazo, catalogada como un factor de riesgo en el puesto de trabajo, según la Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo, son las vibraciones que entran en el cuerpo a través de las manos y que están causadas por distintos procesos de la industria, la agricultura, la minería y la construcción, en los que se agarran o empujan herramientas o piezas vibrantes con las manos o los dedos. La exposición a las vibraciones transmitidas a las manos puede provocar diversos trastornos (20).

3.2. *Vigilancia de la exposición ocupacional*

Según la Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo, la vigilancia a la exposición debe incidir en la detección, eliminación y control de los agentes y factores peligrosos antes de que causen un efecto nocivo en la salud de los trabajadores (21). Monitorear la exposición incluye variables atribuibles de vigilancia, que propendan a prevenir riesgos en la salud, entre lo que destaca, la

vigilancia del ambiente de trabajo/ condiciones de trabajo, y la vigilancia de la salud de los trabajadores; dos factores que deben guardar estrecha relación (22).

3.3. *Vigilancia del ambiente de trabajo/ condiciones de trabajo*

Una de las principales razones para determinar si existe una exposición excesiva a un agente peligroso en el medio ambiente de trabajo, es decidir si se necesita una intervención. De esta manera se plantearían directrices que propendan , bien sea a la prevención, detección y/o control de dichos agentes (21). En aquellos casos en que los trabajadores están expuestos con frecuencia a vibraciones transmitidas a las manos, y en que las medidas habituales no logran eliminar la exposición, es indispensable que esta vigilancia del ambiente de trabajo incluya la evaluación de las situaciones de peligro y el riesgo, así como establecer las medidas de prevención y control para suprimir o reducir, dichos factores al nivel más bajo posible (23).

La evaluación del medio ambiente de trabajo, además de monitorear la exposición del trabajador al agente incluye: características de las herramientas o procesos, condiciones en cuanto a duración (diarias, anuales) y tipo (continua, intermitente o periodos de descanso) (20). Esto mediante métodos de control válidos, la evaluación de las condiciones de higiene en el trabajo , factores organizacionales, elementos de protección personal, y la identificación de condiciones ambientales, siendo éstos factores potencialmente relacionados con efectos lesivos durante las exposiciones al agente en estudio. La Organización Internacional del Trabajo OIT en su recomendación N° 171; sobre los servicios de salud en el trabajo (24), sugiere entre los parámetros a monitorear para todos los ambientes de trabajo:

- La identificación y evaluación de los factores del medio ambiente de trabajo que puedan afectar a la salud de los trabajadores.

- La evaluación de las condiciones de higiene de trabajo y de los factores de la organización del trabajo que puedan engendrar riesgos para la salud de los trabajadores.
- La evaluación de los medios de protección colectiva e individual.
- La evaluación, cuando sea apropiado, de la exposición de los trabajadores a los agentes nocivos, mediante métodos de control válido y generalmente aceptados.
- La verificación de los sistemas de control destinados a eliminar o reducir la exposición.

3.4. *Vigilancia de salud de los trabajadores*

La vigilancia de la salud de los trabajadores debe estar encaminada a la prevención de efectos o bien, al diagnóstico temprano, adoptando medidas de control que eviten el desarrollo o progreso, respectivamente, de los mismos por la exposición a determinados agentes. La Organización internacional del Trabajo OIT, sugiere que esta vigilancia debería abarcar todas las evaluaciones necesarias para proteger la salud de los trabajadores, entre las que se deben incluir (24):

- Examen de salud antes de que se realice una asignación de tareas específicas.
- Evaluaciones de salud a intervalos periódicos en donde se identifique la exposición a determinado agente.
- Evaluaciones de salud una vez se realiza el reingreso, tras ausencias prolongadas por motivos de salud.
- Evaluaciones de salud al terminar y después de terminar asignaciones específicas en puestos de trabajo que representen riesgos susceptibles de provocar perjuicios en la salud.

Además se propone que la vigilancia de la salud de los trabajadores debería tener propósitos preventivos, que engloben la estimación de ocurrencias de accidentes de trabajo y de enfermedades ocupacionales, explicar las causas de los accidentes y enfermedades ocupacionales por medio de la

aplicación de estudios epidemiológicos por medio de la identificación de factores de exposición ocupacional que puedan causar lesiones atribuibles a estos tipos de factores, predecir la accidentalidad y la enfermedad laboral para decidir los enfoques preventivos y finalmente evaluar la efectividad de las acciones anteriormente mencionadas (22).

3.5. Efectos en la salud por exposición a vibración transmitida a mano- brazo

Las vibraciones mecánicas producidas por procesos o herramientas a motor penetran en el cuerpo por los dedos o la palma de las manos, y la exposición excesiva a este agente puede causar trastornos en los vasos sanguíneos, nervios, músculos, huesos y articulaciones de las extremidades superiores. Este conjunto de anomalías generadas por la exposición a vibración converge en lo que se conoce como **síndrome de vibración mano-brazo** (HAV) cuyo cuadro sintomático incluye afecciones vasculares, neurológicas periféricas, óseas, articulares, y musculares. Además comprende una escala de calificación según la sintomatología, representadas en fases, como se observa en la tabla 1 (20).

Tabla 1. Fases neurosensoriales de la escala del taller de Estocolmo para el síndrome de vibraciones mano- brazo.

Fase	Síntomas
0NS	Expuesto a vibración pero sin síntomas
1NS	Adormecimiento intermitente con o sin hormigueo
2NS	Adormecimiento intermitente o persistente , percepción sensorial reducida
3NS	Discriminación táctil y/o destreza de manipulación reducida

Fuente: Griffin, 2003 (20)

Entre los efectos atribuibles a la exposición a vibración transmitida mano- brazo, están los agudos, correspondientes al **malestar subjetivo**, que resulta del estímulo vibratorio aún sin pasar el umbral permitido, además de causar un aumento temporal de los umbrales vibrotáctiles debido a una depresión

de la excitabilidad de los mecanorreceptores de la piel. El tiempo de recuperación está sujeto a la influencia de distintas variables, tales como las características del estímulo (frecuencia, amplitud, duración), la temperatura, la edad y exposición anterior a vibración. Por su parte la relación entre las condiciones ambientales como la temperatura fría y la exposición a la vibración resultan en episodios repetidos del deterioro de la sensibilidad táctil o superficial, lo que conduce a una baja de la percepción sensorial y con ella a una **perturbación de la actividad laboral** (25). Pueden ser origen de daños directos, a la salud de los trabajadores; pero también son causantes de efectos psicofisiológicos, subjetivos y de comportamiento. Se documentan a demás efectos musculoesquelético y trastornos neurológicos.(1)

Los **trastornos vasculares**, incluyen principalmente el Fenómeno de Raynaud que se caracteriza por episodios de dedos blancos, Los ataques suelen desencadenarse por el frío acompañado de exposición a vibración y duran de 5 a 30 o 40 minutos, produciéndose pérdida completa de sensibilidad táctil. Se ha descubierto que el dedo blanco inducido por vibración (VWF) está relacionado con el uso de herramientas de percusión para el trabajo de metales, amoladoras y otras herramientas rotativas, martillos percusores, otras herramientas usadas en procesos motorizados. El VWF está reconocido como enfermedad de origen profesional en muchos países (25). El taller de Estocolmo propone una escala de valoración para los diferentes grados del Fenómeno de Raynaud, que puede visualizarse en la tabla 2.

Tabla 2. Escala del Taller de Estocolmo para las fases del fenómeno de Raynaud inducido por el frío en el síndrome de vibraciones mano-brazo.

Fase	Grado	Síntoma
0	--	Ningún ataque
1	Leve	Ataques esporádicos que sólo afectan a las puntas de uno o más dedo
2	Moderado	Ataques esporádicos que afectan a las falanges distal y media (rara vez también a la proximal) de uno o más dedo

3	Grave	Ataques frecuentes que afectan a todas las falanges de la mayoría de los dedos
4	Muy grave	Como en la fase 3, con alteraciones tróficas de la piel en las puntas de los dedos

Fuente: Griffin, 2003 (20)

Además de los trastornos mencionados anteriormente, se sugiere que los trabajadores expuestos a vibración y que padecen dedo blanco inducido por vibración, pueden presentar además un riesgo de deterioro auditivo, debido a la vasoconstricción simpática refleja de algunos vasos que irrigan el oído interno generada por los estímulos vibratorios.

Cabe aclarar que los efectos adversos también van a depender entre otros factores de la presión de agarre, de la fuerza estática aplicada, de la postura de la extremidad superior, así como del tiempo de exposición y de recuperación (25).

3.6. *Herramientas informáticas para la vigilancia a la exposición*

Respecto a los lineamientos propios para realizar un proceso integral de vigilancia de la exposición a vibración y sus posibles efectos se hace necesaria la implementación de un sistema que permita la integración de la información que resulte de dicho proceso, teniendo de esta manera aspectos consolidados en un tipo de matriz que permita direccionar los puntos a trabajar, atribuibles a intervención o control. La implementación de bases de datos de exposición y sistemas de vigilancia puede mejorarse mediante el desarrollo de sistemas que respondan mejor a las necesidades del lugar de trabajo o de la organización, la integración de base de datos de exposición y los sistemas de vigilancia contribuyen a mejorar la salud y la seguridad en el lugar de trabajo (26).

3.7. *El proceso productivo del sector automotor*

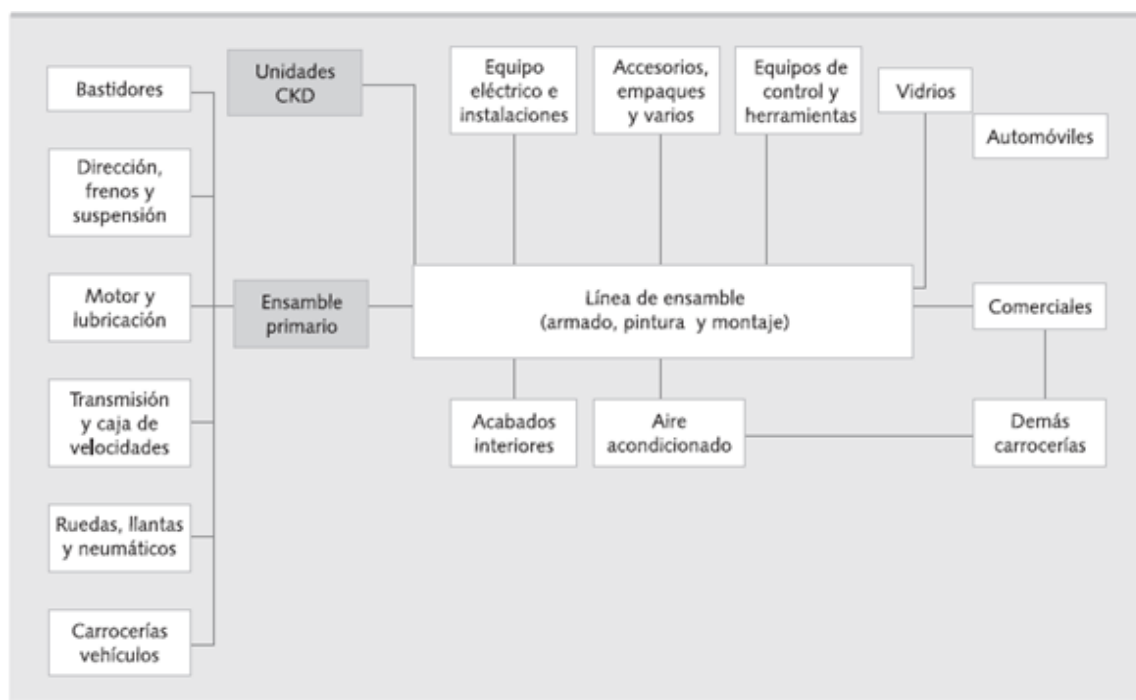
El proceso productivo del sector automotor en Colombia comprende la actividad de fabricación de vehículos automotores y sus motores, fabricación de carrocerías para vehículos automotores, remolques

y semirremolques y la fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos así como productos fabricados en otras cadenas productivas como metalmecánica, petroquímica y textiles.

La actividad de ensamble de vehículos se reduce a operaciones de armado, montaje y pintura. El CKD es el principal insumo de la industria automotriz ya que representa cerca del 60% de los costos de producción de un vehículo y los mismos se importan de las casas matrices o de filiales de las compañías (27).

En la siguiente gráfica se evidencia la cadena productiva del sector automotor agrupada por eslabones; en la misma se observa que uno de los eslabones corresponde a productos provenientes de otros procesos productivos cuyo uso final es exclusivo de la industria automotriz.

Figura 1. Cadena productiva del sector automotor



Fuente: Departamento Nacional de Planeación, 2004

Ahora bien, como se mencionó anteriormente, el ensamble de vehículos automotores comprende tres procesos principales que se describen así:

Armado: Consiste en la unión de piezas o partes que han sido fabricadas previamente tales como la carrocería, puertas, pisos, cubiertas, etc. La actividad central en esta operación es el uso de soldadura de punto y soldadura MIG y otras actividades como lijado y pulido para mejorar el acabado del producto. En este proceso se involucra el uso de herramientas manuales como tronzadoras, pulidoras, taladros, remachadoras, entre otras.

Pintura: Este proceso cumple con dos funciones básicas que son proteger el vehículo contra la corrosión y proporcionar el aspecto estético final aportando color y brillo. Se divide en varias etapas; se limpian y desengrasan las superficies retirando cualquier residuo de polvo, aceite, grasa y suciedad y posteriormente se laca y se cubre con fosfato, esto con el fin de mejorar la adherencia de la pintura. Después se aplican varias capas de anticorrosivo. Posteriormente se realiza el alistamiento de la superficie para aplicar la base de pintura de un color neutro, la cual, permitirá la fijación del color definitivo y finalmente, se aplican las últimas capas de pintura, actividad que normalmente se realiza en cabinas especiales que pueden operar de diversas formas de acuerdo al nivel tecnológico que tenga la empresa.

Existen procesos de pintura menos automatizados como por ejemplo, los que se realizan en empresas que ensamblan carrocerías para buses en los cuales, se realiza el alistamiento de la superficie a pintar utilizando lijadoras, generando exposición a vibración mano brazo en los trabajadores.

Montaje: En este proceso se ensamblan las partes mecánicas del vehículo como lo son el motor, los, ejes, el sistema de frenos, accesorios, entre otros. Como se puede apreciar en la figura 1, todos estos productos alimentan la línea de ensamble en la cual, se realiza el montaje de cada una de las partes del vehículo.

El montaje de los componentes para formar el vehículo terminado se lleva a cabo normalmente sobre una cinta transportadora mecanizada e intervienen en él varios trabajadores por turno con

personal de apoyo adicional. El mayor segmento de trabajadores de la industria es precisamente el que interviene en este tipo de proceso. El proceso de montaje de vehículos de transporte ligeros (furgonetas, camionetas, entre otros) es similar al de montaje de turismos. La fabricación de camiones pesados y maquinaria agrícola y de construcción se caracteriza por un menor nivel de mecanización y automatización, ciclos de trabajo más largos, un mayor trabajo físico, un mayor empleo de la soldadura de arco y la utilización de sistemas de pintura diferentes (28). Al ser los procesos menos automatizados, se involucra el uso de herramientas eléctricas y neumáticas que causan exposición ocupacional a varios agentes físicos como vibración y ruido.

4. Estado del arte

Se realizó una búsqueda de artículos de investigación en las bases de datos Proquest Central, PubMed, Science Direct con relación a la vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo y sus efectos, utilizando la estrategia de búsqueda de combinación aleatoria de palabras. Se tuvieron en cuenta los artículos del año 2013 en adelante con el fin de identificar los estudios más actualizados. Las palabras clave de búsqueda fueron: “Exposición y vibración mano-brazo”, “exposición a vibración” específicamente para búsqueda relacionada con la vigilancia a la exposición a vibración y el término: “hand arm vibration exposure AND health” para especificar la búsqueda a efectos atribuibles a la exposición al agente.

Como resultado de la búsqueda y usando criterios de filtro como: revistas científicas, artículos principales evaluados por expertos y tesis en idiomas español e inglés, se obtuvieron 504 resultados y se prosiguió a realizar una exclusión de artículos ya que muchos de los resultantes estudiaban la vibración de cuerpo entero y otros efectos específicos de la vibración mano-brazo. Posteriormente se buscó la relación con el sector económico objeto de estudio en el presente trabajo, añadiendo el término “AND Automotive sector”, encontrando que la mayor parte de literatura presentada para efectos de la

vibración ha sido estudiada en otros sectores económicos, sin relación y sin resultados para el sector automotor, ya que se encuentra que la mayoría de estudios realizados hablan sobre peligros físicos de vibración y ergonómicos relacionándolos como factores de riesgo para desórdenes musculo esqueléticos atribuibles no solamente a la vibración, por lo que se delimita finalmente la búsqueda a artículos de sectores económicos y/o temáticas pertinentes y relacionadas al objeto de estudio y con exclusividad de atribución a exposición a vibración. Se obtienen en total 13 artículos plasmados en la tabla 3 y 3 tesis que se pueden evidenciar en la tabla 4

Del total de referencias encontradas, 3 artículos corresponden a metodologías para determinar exposición a vibración, 2 artículos que corresponden a estudios de determinación de la exposición a vibración y 8 artículos y 3 tesis corresponden a los efectos en la salud atribuibles a la exposición al agente.

4.1. Artículos

Tabla 3. Artículos científicos referentes a Vigilancia y/o medición de la exposición a vibración, y efectos atribuibles al agente.

No	Título	Autores	Año	Base de datos	Eje temático
1	Model for forecasting the exposure risk of workers to hand-arm occupational vibrations	Vasilescu Gabriel Dragos, Ghicioi Emilian, Simion Sorin, Păsculescu Vlad	2013	ProQuest Central	Se presenta un modelo para pronosticar el riesgo de exposición de los trabajadores a las vibraciones ocupacionales mano-brazo.
2	A prospective cohort study investigating an exposure-response relationship among vibration-exposed male workers with numbness of the hands	by Maria Edlund, Lage Burström, Lars Gerhardsson, Ronnie Lundström, Tohr Nilsson, Helena S.	2014	ProQuest Central	Investiga la relación exposición-respuesta en cuanto a los síntomas neurológicos de la mano en una cohorte de trabajadores por la exposición a vibración mano-brazo.

3	Dupuytren's contracture and occupational exposure to hand-transmitted vibration	Keith T Palmer, Stefania D'Angelo, Holly Syddall, Michael J Griffin, Cyrus Cooper, David Coggon	2014	ProQuest Central	El estudio pretendió estudiar la relación de la aparición de contractura de Dupuytren con la exposición a vibración mano-brazo, en una muestra representativa de trabajadores expuestos al agente teniendo en cuenta que dicha relación ha sido debatida a lo largo del tiempo.
4	Associations of work activities requiring pinch or hand grip or exposure to hand-arm vibration with finger and wrist osteoarthritis: a meta-analysis	Paula Hammer, Rahman Shiri, Ann I Kryger, MD, Lilli Kirkeskov, Peter Bonde.	2014	PubMed	Meta-análisis en la que se realizó una revisión sistemática de la evidencia epidemiológica que vincula la osteoartritis de los dedos y la muñeca con actividades laborales que requieren apretón o agarre manual o exposición a la vibración mano-brazo
5	Assessment of Hand-Arm Vibration Exposure among Motorcyclist in Malaysia	Darlina Mohamad, Baba Md Deros, Dian Darina Indah Daruis, Nor Kamaliana Khamis and Nurul Hidayah Md Tahir	2014	ProQuest Central	Se aplicó un estudio experimental para medir la exposición a vibración mano-brazo de los motociclistas utilizando un acelerómetro ubicado en el manillar derecho de la motocicleta.
6	Effect of Hand Arm Vibration on the Development of Vibration Induce Disorder among Grass Cutter Workers	N.A. Azmira; M.I. Ghazali, M.N. Yahya M.H. Alib & J.I. Songc	2015	Elsevier	El objetivo del estudio fue determinar los efectos de la vibración a nivel mano-brazo por medio de la medición de fuerza antes y después de la jornada laboral y por medio de los signos presentados en relación

						a la escala de etapasdel síndrome de vibración mano- brazo del taller de estocolmo.
7	Review and Evaluation of Hand Arm Coordinate Systems for Measuring Vibration Exposure, Biodynamic Responses, and Hand Forces	Ren G. Dong*, Erik W. Sinsel, Daniel E. Welcome, Christopher Warren, Xueyan S. Xu, Thomas W. McDowell, John Z. Wu	2015	Science Direct		Mediante el estudio realizado en este artículo se confirma que debido a que los acelerómetros siguen siendo el instrumento principal para medir vibraciones, es necesario estandarizar dos tipos de sistemas de coordenada que son el biodinámico y el basado en la herramienta.
8	Relationships of neurosensory disorders and reduced work ability to alternative frequency weightings of hand- transmitted vibration	Massimo Bovenzi, Andrea Prodi, Marcella Mauro.	2015	ProQuest Central		Este estudio de cohorte tuvo como objetivo comparar el efecto de frecuencias alternativas ponderadas de vibración transmitida mano-brazo para evaluar la relación exposición - respuesta en desórdenes neurosensoriales y el impacto en la reducción de la capacidad laboral en trabajadores expuestos a vibración mano-brazo.
9	A longitudinal study of neck and upper limb musculoskeletal disorders and alternative measures of vibration exposure.	Massimo Bovenzi, Andrea Prodi , Marcella Mauro	2016	ProQuest Central		El estudio tuvo como objetivo investigar la relación exposición- respuesta entre ponderaciones de frecuencia alternativas de vibración transmitida mano- brazo y los trastornos músculo esqueléticos de cuello y extremidad superior en una cohorte de

					trabajadores expuesto a vibración.
10	Do exposure limits for hand-transmitted vibration prevent carpal tunnel syndrome?	S. Gillibrand, G. 2016 Ntani, and D. Coggon.	ProQuest Central.		El estudio tuvo como objetivo explorar si dentro de los límites regulatorios, las exposiciones más altas a vibración transmitida a mano- brazo, predisponen a síndrome del túnel del carpo.
11	Occupational hazards survey among coal workers using hand-held vibrating tools in a northern China coal mine	Xiangrong Xu, Zhiwei Yuan, Manman Gong, Lihua He, Rugang Wang, Jingjing Wang, Qiuyue Yang, Sheng Wang	2016	ProQuest Central	Este estudio tuvo como objetivo identificar los signos y síntomas asociados con los trabajadores de la industria del carbón que usan herramientas vibratorias de mano en una mina de carbón del norte de China, y para determinar la factores de riesgo para el síndrome de vibración mano-brazo.
12	Hand-arm vibration and the risk of vascular and neurological diseases A systematic review and meta-analysis.	Tohr Nilsson, Jens Wahlström, Lage Burström.	2017	ProQuest Central	Proporcionar una revisión sistemática de la literatura sobre la asociación entre Fenómeno de Raynaud, lesiones neurosensoriales y síndrome del túnel carpiano con la exposición a vibración mano- brazo.
13	Association between vibration exposure and hand-arm vibration symptoms in a Swedish mechanical industry	Per Vihlborg, Ing-Liss Bryngelsson, Bernt Lindgren, Lars Gunnar Gunnarsson, Pål Graff.	2017	Science Direct	El objetivo de este estudio fue investigar la asociación entre sintomatología de miembro superior y la exposición a vibración mano-brazo en los empleados de una empresa mecánica.
	Proposed	F. Brocal , A.			El objetivo de este

14	methodology for the study of the level of emerging risk from exposure to hand-arm vibrations in manufacturing environments	Sánchez , C. 2017 González , JL Fuentes, MA Sebastián	Science Direct	estudio fue proponer una metodología para evaluar el riesgo de la exposición a vibración mano-brazo en ambientes manufactureros.
15	Practical methodology for estimating occupational exposure to hand-arm vibrations according to CEN/TR 15350:2013	Brocal F. , C. González, M.A. 2018 Sebastián	Science Direct	Este estudio pretendía determinar una metodología que facilite la aplicación práctica del procedimiento para estimar la exposición a vibración mano-brazo de acuerdo con CEN / TR 15350: 2013 utilizando la información provista en los manuales de instrucciones de los fabricantes de herramientas.

Fuente: Elaboración propia.

En la bibliografía más reciente se ha encontrado una publicación de una propuesta metodológica para el estudio de la exposición a vibración mano-brazo en ambientes manufactureros en España; la exposición ocupacional en este país está regulada por la directiva 2002/44/EC, por lo que se hacía necesario incrementar el conocimiento de este tema considerando entre otros factores, su naturaleza como un riesgo emergente (29). La metodología propuesta en este estudio incluye la aplicación de una serie de matrices para determinar el nivel de riesgo emergente por la exposición a vibración, clasificado en 9 niveles. Al analizar el estudio se infiere que el mismo no corresponde a una metodología para la vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo sino a una caracterización cuantitativa del riesgo.

En el año 2018 se ha publicado otro artículo científico de una metodología práctica para estimar la exposición a vibración mano brazo de acuerdo a CEN/TR 15350:2013, una norma que especifica directrices para la evaluación de la exposición a las vibraciones transmitidas a la mano, usando la

información proporcionada por los fabricantes de maquinaria. Sin embargo, el procedimiento establecido en CEN / TR 15350: 2013 considera problemas de aplicación práctica que pueden dificultar la toma de decisiones en términos del proceso de evaluación de riesgos. Estos problemas están relacionados principalmente con los siguientes factores: limitaciones y condiciones para la aplicación del procedimiento; determinar el factor de corrección; determinar la incertidumbre no declarada y determinar el valor de emisión de vibración declarado. Para resolver estos problemas, el estudio realizado tuvo como objetivo desarrollar una metodología que facilite la aplicación práctica del procedimiento para estimar la exposición a vibración mano-brazo de acuerdo con CEN / TR 15350: 2013 utilizando la información proporcionada en los manuales de instrucciones de los fabricantes de herramientas. La metodología propuesta en el estudio contiene los siguientes pasos: 1) Identificar las máquinas utilizadas en la jornada laboral en cuestión, 2) Determinar el factor de corrección, 3) Determinar el valor de emisión de vibración declarado, 4) Determinar la duración de la exposición (T), 5) Calcular la exposición diaria a vibración A (8) y 6) Evaluar la exposición diaria a la vibración (30). Esta propuesta metodológica puede servir de base para el modelo de vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo que se pretende diseñar en este trabajo.

Un estudio menos reciente publicado en el año 2013 en Suiza tuvo como objetivo estimar y evaluar el riesgo de exposición a vibraciones mano-brazo, diseñando un modelo matemático de diagnóstico y pronóstico, basado en la función de distribución de desintegración exponencial de Gumbel, que tiene variables que se pueden escribir en función de los valores de los parámetros de aceleración ponderados o dependiendo de los puntos de exposición (31). Los anteriores estudios evidencian la preocupación de los países europeos de evaluar la exposición a vibración mano-brazo en los sitios de trabajo, principalmente porque ya existe legislación que la regula y que obliga a los empleadores a tomar acciones.

Otros de los estudios encontrados hacen alusión a la valoración de la exposición ocupacional de la vibración mano-brazo en sectores como minería y transporte; Se realizó medición de vibración mano-brazo en motociclistas, utilizando un acelerómetro ubicado en el manubrio derecho de la motocicleta y utilizando la ecuación de la aceleración de la norma ISO 5349-1, concluyendo que en carreteras asfaltadas, la exposición es menor que en carreteras pavimentadas. Claramente hay una vibración que siente el motociclista pero no en el grado de causar dolor, pero una exposición prolongada a esta vibración puede provocar incomodidad y lesiones (32). En el caso del sector de la minería, se realizó medición de la vibración mano-brazo en mineros al utilizar martillos, empleando también la metodología de las normas ISO 5349-1-2 y concluyendo que existe una relación directa entre la exposición a vibración y la aparición de trastornos vasculares y neuro-sensoriales. También se encontró que los trabajadores que laboraron durante 3 años, así como aquellos que estuvieron expuestos a vibraciones superiores a 2 h por día, tenían un mayor riesgo de desarrollar los síntomas relacionados con el síndrome de vibración mano-brazo (33).

Por otra parte, se encontró un estudio que aborda la problemática de que los sistemas de coordenadas manuales para medir las exposiciones a vibraciones y las respuestas biodinámicas se han estandarizado, pero en realidad no se utilizan mucho. Es por eso que los objetivos de este estudio fueron identificar las principales fuentes de este problema y ayudar a definir o identificar mejores sistemas de coordenadas para la estandarización. En esta investigación se confirma que, como los acelerómetros siguen siendo el instrumento principal para la medición de vibraciones, es razonable estandarizar dos tipos de sistemas de coordenadas: un sistema basado en la herramienta que se describió para guiar la instalación del acelerómetro en el mango de la herramienta para medir la exposición a vibración y un sistema biodinámico que se describió para medir y analizar las posturas de las manos y sus respuestas biodinámicas (34).

La bibliografía concerniente al estudio de la relación entre diferentes efectos en la salud y la exposición a vibración transmitida mano brazo deja a la evidencia que factores como la fuerza, los aspectos neurosensoriales y circulatorios se ven afectados por la exposición no solamente prolongada si no de corta duración, presentándose así signos agudos, tal como se plasma en la escala del taller de Estocolmo para la determinación de etapas de síndrome de vibración mano- brazo. Azmir et al (35) realizó un estudio en el sector agricultor donde se pretendió, determinar el efecto de la vibración brazo- mano entre los trabajadores que usan la cortadora de césped de mano en Malasia, mediante la evaluación de la fuerza de agarre de la mano antes y después de la jornada laboral evidenciando que la fuerza disminuyó después de una exposición prolongada a vibración. Por medio de números del 0-3 donde cada uno representa un grado de severidad menor y mayor respectivamente y de manera progresivamente, se evidenciaron cambios en la coloración de la piel y síntomas de adormecimiento, siendo este método uno de los más factibles para la vigilancia de la salud, donde en el estudio en cuestión; la mayoría de la población para un total de 174 trabajadores se clasificó dentro de la etapa 2 la cual indicó problemas de circulación, afectando las falanges medias y distales para uno o más dedos.

La exposición al agente es determinante para la aparición de cuadros neurológicos, como indica Edlund M y autores (36) hay una clara relación entre la exposición a vibración y las parestesias en el territorio palmar, resultado del estudio realizado a dos grupos de trabajadores sometidos a dosis más altas de vibración, un grupo sintomático y otro asintomático, frente a un grupo control, encontrando como resultado diferencia significativa en cuanto al aumento o aparición de la sintomatología respecto a la dosis proporcionada, por lo cual sugiere mantener lo niveles óptimos y permisibles de vibración con el fin de prevenir lesiones neurológicas periféricas. Además de esto, la relación entre dosis y respuesta infiere que la aparición de síntomas neurosensoriales, lleva a una reducción de la capacidad de trabajo que se hace más evidente a medida que aumenta la exposición a la vibración y las ponderaciones de

frecuencia alternativas de dosis de vibración, proporcionando las mismas predicciones de probabilidad de parestesias periféricas, para todas las dosis (37).

En cuanto a los trastornos musculoesqueléticos, estudios realizados para hallar la relación entre la contractura de Dupuytren y la exposición a vibración mano-brazo en trabajadores expuestos distintivamente a 39 fuentes diferentes de vibración transmitida a la mano, sugirieron que existe un riesgo mayor de desarrollar la contractura en trabajadores expuestos semanalmente a altas dosis de vibración, aún cuando realizaron ajustes para estimación del riesgo a partir de factores que podría influir en la aparición de la patología tales como; hábitos como consumo de tabaco, edad y ciertas actividades manuales predisponentes a tal diagnóstico (38).

Bovenzi(1) además de objetivar otros factores de confusión como patologías atribuibles a factores biomecánicos, concluyó que la incidencia de desórdenes musculoesqueléticos incluso a nivel de codo, antebrazo, incrementan también con el aumento de las dosis de vibración proporcionadas. Por su parte Hammer y autores infieren que no existe asociación entre la exposición a vibración y la aparición de patologías como Osteoartritis de muñeca o de los dedos, por lo que atribuyen su aparición a factores individuales como la edad y de tipo fisiológico degenerativo (39). Así mismo ocurre con patologías como el síndrome del túnel del carpo, del cual se cree es generado por exposición prolongada a vibración, en su estudio Gillibrand y colaboradores (10) refieren que no encontraron evidencia de que por debajo del nivel límite permisible; las exposiciones elevadas a vibración transmitida mano brazo predisponen la ocurrencia de síndrome de túnel del carpo.

En cuanto a los trastornos vasculares como el fenómeno de Raynould Nilsson (40) concluyó que el tiempo de latencia de ocurrencia de este efecto es mayor que el de desórdenes neurosensoriales y que a

exposiciones elevadas aumenta el riesgo de reducción de aporte sanguíneo periférico, contribuyendo a un alto riesgo de provocación de síndrome de vibración mano-brazo.

Como se ha mencionado, los estudios realizados a nivel del sector objeto de estudio es escasa, y los sectores trabajadores en lo que se ha analizado la relación exposición- respuesta, pertenecen al área salud, construcción y en su mayoría a la exposición a vibración en el componente cuerpo entero. La referencia concluyente de la existencia de relación entre la exposición vibración mano-brazo y el efecto en la industria automotriz fue la elaborada por Vihlborg (41) en cuyo trabajo en pro a averiguar la asociación entre vibración transmitida mano- brazo y la sintomatología de miembro superior, en una empresa de mecánica automotriz, concluyó que el 21% de los empleados refirió tener problemas relacionados con la vibración, aunque la exposición a las vibraciones era relativamente baja, esto determinado por el diligenciamiento de un cuestionario por parte de los empleados, de sintomatología referida y por la examinación médica que incluyó test de sensibilidad y clasificación según escala de estocolmo para determinar posibles diagnósticos de Síndrome de vibración mano-brazo. Los resultados obtenidos evidenciaron que los trabajadores con sintomatología vascular y sensorial no sobrepasaron calificación de 2, correspondiente a persistencia de parestesias y disminución en percepción sensorial. El autor sugiere realizar en la vigilancia revisiones periódicas para detectar daño por síndrome de vibración- mano brazo, incluso si los trabajadores se encuentran bajo exposición moderada.

4.2. *Publicaciones Institucionales*

La revisión bibliográfica a partir de instituciones internacionales, evidencia documentos que se pueden tomar como marco y punto de partida para realizar un adecuado proceso de vigilancia a la exposición, teniendo en cuenta que los componentes a revisar son la vigilancia del medio ambiente/ condiciones de trabajo y la vigilancia de las condiciones de salud de los trabajadores. Para ello el

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo INSHT(42) ha proporcionado Guías técnicas de prevención como la NPT 839, que hace referencia a exposición a vibraciones mecánicas y evaluación del riesgo, donde se establecen las acciones a ejecutar cuando los resultados de las mediciones de exposición a vibración son bien sea; inferiores al valor que da lugar a una acción, comprendidos entre el valor de acción y el valor límite permisible o superiores al valor límite. Teniendo en cuenta que los valores referentes a nivel de acción y límite corresponden a $2,5 \text{ m/s}^2$ y 5 m/s^2 respectivamente.

En cuanto a la vigilancia de las condiciones de salud de los trabajadores se ha proporcionado la NTP 963; vigilancia de la salud en trabajadores expuestos, donde se brindan pautas sobre aspectos prioritarios para la vigilancia entre los que destacan los higiénicos y sanitarios, así como una serie de estudios complementarios que se deberían realizar en la vigilancia médica periódica de trabajadores expuestos al agente (43).

Ahora bien, el Ejecutivo de Salud y Seguridad (HSE) de Gran Bretaña, quien es el organismo encargado de fomentar, regular y aplicar la salud, seguridad y el bienestar en el lugar de trabajo y de investigar los riesgos laborales en ese país; ha publicado casos de trabajadores expuestos a vibración mano-brazo en compañías de reparación de vehículos, encontrando falencias en la divulgación a los trabajadores sobre el riesgo de lesiones por el uso de herramientas manuales vibratorias y en la evaluación de los riesgos específicos del sitio de trabajo para identificar los niveles de exposición a vibración reales (44).

Dentro de las publicaciones hechas por el Ejecutivo de Salud y Seguridad (HSE) tenemos: Soluciones de vibración: formas prácticas de reducir el riesgo de lesiones por vibración mano-brazo publicada en 1997, el cual ilustra casos de estudio sobre exposición a vibraciones en diferentes industrias, una guía sobre vibración mano-brazo en el trabajo publicada en el año 2012, asesoramiento

para empleados sobre vibración mano-brazo publicada en 2014, entre otros (45). Con las regulaciones establecidas en el año 2005 para el control de las vibraciones en el lugar de trabajo, fue publicada una calculadora con el fin de facilitar la medición de la exposición a vibración mano-brazo. Todas estas publicaciones evidencian la necesidad de esta entidad de monitorear la exposición a vibración y sus efectos en la salud de los trabajadores.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) es otra de las instituciones internacionales que ha publicado recomendaciones relacionadas con la vigilancia de la exposición a vibración; la recomendación 156 establece que debe ser definida la frecuencia y demás modalidades de la vigilancia de la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo, incluyendo los límites de exposición permisibles. Adicionalmente establece que se debe vigilar el estado de salud de los trabajadores expuestos a estos agentes mediante la aplicación de exámenes médicos de ingreso, periódicos y los necesarios para vigilar el estado de salud del trabajador (9). Con esta recomendación se estableció el convenio 148 sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones), el cual, entró en vigor hasta el 11 de julio de 1979; este convenio es aplicable a todas las actividades económicas y establece que se deben definir controles para prevenir y limitar los riesgos de exposición a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar del trabajo, vigilar la salud de la población expuesta, entre otras disposiciones (46). Dicho convenio fue ratificado sólo por 46 países, 2 de los cuales sólo ratificaron los aspectos relacionados con la contaminación del aire; no fue ratificado por Colombia, lo cual, explica la falta de legislación para limitar y vigilar la exposición a vibración.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) ha publicado las normas ISO 5349-1 que establece los requisitos generales para la medición y evaluación de la exposición humana a la vibración transmitida a la mano y la ISO 5349-2 que define una guía práctica para la medición de la vibración

transmitida a la mano en el lugar de trabajo; La parte 1 especifica los requisitos generales para medir y reportar la exposición a vibraciones transmitidas a la mano en tres ejes ortogonales. Los valores obtenidos pueden usarse para predecir los efectos adversos de la vibración transmitida a la mano sobre el rango de frecuencia cubierto por las bandas de octava de 8 Hz a 1000 Hz (47).

La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) quien es la organización científica que promueve la salud ocupacional y ambiental ha publicado los TLVs y BEIs para varios agentes físicos, químicos y biológicos, los cuales, son valores que proporcionan orientación de los niveles de exposición y condiciones bajo las cuales se cree que los trabajadores sanos pueden estar repetidamente expuestos, sin tener efectos adversos para su salud; para la vibración mano-brazo el TLV se refiere a la exposición diaria a vibración (valor total equivalente de energía de 8 horas) de 5m/seg^2 que representa condiciones bajo las cuales se cree que muchos trabajadores pueden estar expuestos repetidamente sin padecer el fenómeno de Raynaud de origen ocupacional. La aceleración de un mango vibrante o pieza de trabajo puede determinarse en tres direcciones mutuamente ortogonales en un punto cerca donde la vibración entra en la mano (48).

4.3. Tesis y trabajos de grado

Tabla 4. Trabajos de investigación de la Universidad El Bosque y otras universidades relacionados con la vibración.

Título del trabajo de investigación		Autores	Medio de publicación	Tipo de publicación	Resumen
Síndrome de Raynaud ocasionado por el uso de	Gina Alexandra Acosta Parrado,	Biblioteca digital	Trabajo de grado	de Especializaci	En este trabajo se realizó una revisión documental de artículos científicos, la cual, se utilizó para hacer una descripción de las técnicas de prevención del Síndrome de Raynaud ocasionado por las

herramientas que emiten vibración	Mónica Andrea Moreno Cáceres	Javeriana	ón en Salud Ocupacional	herramientas que emiten vibración, además se hizo una verificación de la eficiencia de los guantes antivibratorios y se propusieron medidas de prevención del síndrome desde la perspectiva de la salud ocupacional.
Diagnóstico, evaluación y análisis de las vibraciones transmitidas en los trabajadores por máquinas, herramientas portátiles y sus posibles efectos en la salud, en empresas del sector metalmecánico de la ciudad de Santiago de Cali.	Juan Pablo Izquierdo Clavijo	Repositorio institucional Universidad Autónoma de Occidente	Trabajo de grado Ingeniería Industrial	La investigación se enfocó en el desarrollo de un estudio que incluía la medición y el análisis de las vibraciones mecánicas generadas por herramientas manuales y máquinas portátiles utilizadas en varias empresas del sector metalmecánico en la ciudad de Cali. A partir de las mediciones realizadas se concluyó que el 100% de los datos obtenidos no superaban los límites de exposición permisibles establecidos por la ACGIH. Se propusieron recomendaciones para las condiciones de trabajo.
Manifestaciones clínicas y diagnóstico electromiográfico de síndrome del túnel carpiano en trabajadores expuestos a vibración del segmento mano-brazo en una	Andrés Felipe Gamboa Laverde	Biblioteca digital Universidad del Valle	Trabajo de grado Maestría en Salud Ocupacional	En este trabajo se realizó un estudio descriptivo para determinar la frecuencia de manifestaciones clínicas y de Síndrome del Túnel Carpiano en un grupo de 18 trabajadores expuestos a vibración del segmento mano-brazo en una empresa de construcción de la ciudad de Cali. Mediante el estudio se concluyó que los síntomas más frecuentes referidos por

empresa de construcción de la ciudad de Cali.	los trabajadores en el segmento mano - brazo corresponden al hormigueo y el entumecimiento, con presentación ocasional durante el mes. Los resultados de la electromiografía confirmaron el diagnóstico del síndrome de túnel carpiano en 8 trabajadores.
---	---

Fuente Elaboración propia.

Frente a la bibliografía encontrada podemos inferir que la mayor parte de los estudios se han enfocado en estudiar los efectos en la salud más comunes generados por la vibración mano-brazo pero en ninguno se observan un estudio de cómo realizar la vigilancia de la exposición de este agente físico en el lugar de trabajo con el fin de prevenir estos efectos; en los artículos de revistas indexadas no se evidenciaron estudios en el sector automotor, muchos de los estudios se han realizado en el sector transporte o en construcción.

5. Metodología

El **tipo de estudio** que se pretende realizar es **descriptivo**, un tipo de estudio observacional en el que no se interviene o manipula el factor de estudio, monitoreando lo que ocurre en condiciones naturales (49) se determinan así parámetros que propenden a la adecuada vigilancia de la exposición ocupacional a vibración y el monitoreo de los efectos en salud atribuibles a dicho agente.

5.1. Aspectos éticos

Según la Comisión Internacional de Salud Ocupacional ICOH (50) puesto que el campo de la salud ocupacional es amplio y abarca la prevención de riesgos, accidentes de trabajo enfermedades

relacionadas con el trabajo y todos los aspectos relacionados con trabajo-salud, se realiza para ello una investigación orientada a la observación de esos aspectos, y que consecuentemente permite consolidar la información pertinente aplicable en el campo de trabajo con el fin de asegurar las buenas prácticas laborales en lo que a vibración refiere, este fin se debe conseguir bajo condiciones controladas y dentro de un marco organizado, asegurando así su relevancia basada en el conocimiento desde el punto de vista ético, teórico y científico. Por ello, para el desarrollo de esta investigación se toman como referentes de partida los derechos y deberes de los profesionales de la salud ocupacional; de los cuales, pertinentes para este trabajo destacan:

Objetivo de función y asesoría: para el cual se deben usar métodos de evaluación de riesgos válidos, proponer medidas eficaces de prevención y el posterior seguimiento de su aplicación.

Desarrollo de una política y un programa: La evaluación de los riesgos ocupacionales debe conducir al establecimiento de una política de seguridad y salud en el trabajo y a un programa de prevención adaptado a las necesidades de las industrias, programa que se propone a partir del conocimiento y la investigación de material científico y técnico actualizado disponible, asegurando prever medidas para el monitoreo y control de los riesgos para la seguridad y salud ocupacional.

Así mismo, se debe realizar la **vigilancia de la salud** (49) de los trabajadores por medio de métodos y procedimientos claramente definidos. Para el objeto de esta investigación *no será necesaria la aplicación de consentimiento informado*, puesto que la metodología propuesta no requiere la intervención directa con los trabajadores expuestos, si no, la definición de los parámetros a seguir y aplicar para la vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo en trabajadores de empresas del sector automotor. Por lo anterior, cabe mencionar que al ser éste; un estudio que emplea técnicas de investigación documental en el que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada, se considera una investigación sin riesgo (51).

Se busca a su vez dar cumplimiento al deber de la **contribución al conocimiento científico** informando sobre los métodos de evaluación y prevención aplicables y desarrollando las actividades sobre una base científica sólida (50). En adición, lo anterior se soporta en la Resolución número 8430 de 1993 (51), la cual establece las normas científicas y técnicas para la investigación en salud, cuyos resultados deben contribuir al conocimiento y evaluación de los efectos nocivos del ambiente en la salud.

5.2. Materiales y métodos

Objetivo 1: Identificar los factores de riesgo asociados a la exposición a vibración en el proceso de trabajo de la industria automotriz.

Tabla 5. Descripción de actividades objetivo 1

Actividad	Resultados esperados	Entregables	Recursos	Fuentes de Información
Conceptualizar las variables y sus escalas de medición asociadas a la exposición a vibración en el proceso automotor.	Marco conceptual Contar con una herramienta de recolección de datos que a partir del marco conceptual previamente definido, nos permita guiar la observación del proceso de trabajo.	Lista de chequeo de recolección de datos diseñada a partir de lo que se definió en el marco conceptual Formato de inventario de actividades con presencia de factores de riesgo asociados a exposición a vibración mano-brazo	Acceso a bases de datos a revistas indexadas Computador	Artículos científicos publicados en revistas indexadas de la exposición a vibración. Guía Técnica Colombiana GTC 45 (52) Norma ISO 31000 (53)

Fuente: Elaboración propia

Objetivo 2: Establecer los requisitos legales y técnicos aplicables a la vigilancia de la exposición ocupacional a vibración.

Tabla 6. Descripción de actividades objetivo 2

Actividad	Resultados esperados	Entregables	Recursos	Fuentes de Información
Recopilar información bibliográfica sobre requisitos legales a nivel nacional.	Identificación de normas vigentes y de faltantes a nivel nacional que justifiquen la realización de vigilancia a la exposición a vibración.	Matriz de requisitos legales.	Electrónicos, computador.	Páginas web de entidades Gubernamentales.
Analizar y comparar los requisitos legales identificados.	Identificar los elementos comunes y las brechas de la legislación Colombiana frente a la legislación internacional	Cuadro comparativo de la legislación nacional con las regulaciones internacionales	Electrónicos, computador.	Páginas web de entidades internacionales
Revisión bibliográfica de los requisitos técnicos en cuanto a vigilancia de la exposición a vibración.	Identificación de requisitos técnicos que servirán como referencia para el modelo de vigilancia de la exposición.	Matriz de requisitos técnicos	Electrónicos, computador.	Bases de datos, revistas indexadas.

Fuente: Elaboración propia

Objetivo 3: Diseñar un protocolo de vigilancia de las condiciones de trabajo generadoras de vibración en la industria automotriz.

Tabla 7. Descripción de actividades objetivo 3

Actividad	Resultados esperados	Entregables	Recursos	Fuentes de Información
Diseñar un modelo de vigilancia de las condiciones de trabajo generadoras de vibración en la	Contar con un modelo que establezca las relaciones entre los criterios			Requisitos

industria automotriz, y adaptar un protocolo de trabajo en campo operativo.	técnicos y variables asociadas identificadas en el objetivo 1.	Protocolo de vigilancia de las condiciones de trabajo.	técnicos vigentes.
.			ACGIH
.	Guía de trabajo de campo que contenga los flujogramas y herramientas para la recolección y procesamiento de datos asociados a la vigilancia de la exposición		Normas técnicas preventivas.

Fuente: Elaboración propia

OBJETIVO 4: Diseñar un protocolo de vigilancia de los efectos en la salud potencialmente relacionados con la exposición ocupacional a vibración en los trabajadores de la industria automotriz.

Tabla 8. Descripción de actividades objetivo 4

Actividad	Resultados esperados	Entregables	Recursos	Fuentes de Información
Revisión bibliográfica de los efectos en la salud atribuibles a la exposición a vibración mano-brazo.	Identificación de los principales efectos en salud generados por la vibración mano-brazo		Computador, electrónico	Entidades gubernamentales como Fasecolda y Fondos de Riesgos Laborales
Diseñar un modelo de vigilancia de los efectos en salud por exposición a vibración en la	Contar con un modelo que establezca las relaciones entre los criterios técnicos y variables asociadas identificadas en el objetivo 1.	Protocolo de	Electrónicos,	Requisitos Técnicos vigentes.

industria automotriz, adaptar protocolo trabajo en campo operativo	y un de campo gramas y herramientas para la recolección y procesamiento de datos asociados a la vigilancia de los efectos en salud de la vibración.	Guía de trabajo de campo que contenga los flujo gramas y herramientas para la recolección y procesamiento de datos asociados a la vigilancia de los efectos en salud de la vibración.	vigilancia de los efectos en salud	computador, asesoría médica	Normas técnicas preventivas.
---	--	--	--	-----------------------------------	------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

OBJETIVO 5: Elaborar una herramienta informática que permita conectar los resultados de la vigilancia de las condiciones de trabajo y los efectos en salud de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a vibración.

Tabla 9. Descripción de actividades objetivo 5

Actividad	Resultados esperados	Entregables	Recursos	Fuentes de Información
Establecer la integración entre los factores atribuibles de vigilancia (condiciones de trabajo y condiciones de salud de los trabajadores)	Desglose de actividades para la vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo.	Diagrama de flujo	Computador, electrónico	Protocolos anteriormente realizados.
Creación de herramienta informática que permita la integración y recolección de la información obtenida a partir de la vigilancia de las	Integrar los criterios de vigilancia de condiciones de trabajo y condiciones de salud en una herramienta	Herramienta informática	Computador, electrónicos, asesoría de Programador y/o Ingeniero en sistemas.	Protocolos y resultados obtenidos en cuanto a parámetros de vigilancia.

condiciones de práctica. trabajo y condiciones de salud de los trabajadores

Fuente: Elaboración propia

6. Resultados

6.1. *Identificación de factores de riesgo*

Esta sección se encuentra compuesta de dos herramientas; una correspondiente al **anexo 1: “Lista de chequeo de identificación de factores de riesgo de vibración mano- brazo”** y la segunda correspondiente al **anexo 2: “Formato inventario de actividades con exposición a vibración mano- brazo”**.

Se plantean en la primera herramienta “lista de chequeo” una serie de ítems de evaluación cualitativa, por medio de la observación referentes a factores de riesgo en el trabajo, organización del trabajo y los controles actuales de la exposición ocupacional. Posteriormente, se relacionarán la información proporcionada por la herramienta en cuestión con el formato de inventario de actividades con exposición a vibración mano- brazo, en ésta última herramienta se pretende dar una priorización del riesgo de las actividades con exposición a este peligro.

6.1.1. *Herramienta de identificación de factores de riesgo : Lista de chequeo*

Se realizó una lista de chequeo en el programa informático Excel con el fin de identificar los factores de riesgo asociados a la exposición a vibración mano- brazo en el sector automotor, aclarando que este modelo puede ser aplicable a otros sectores económicos. Esta lista de chequeo deberá ser aplicada por un profesional en seguridad y salud en el trabajo o profesional especialista en seguridad y salud en el

trabajo, con conocimientos específicos en las áreas de ergonomía (Postura: movimientos y grados articulares), procesos industriales y evaluación cualitativa del riesgo.

Para su diligenciamiento se deberá seguir la indicación de marcar con una X en la casilla correspondiente SI, NO o NA (No aplica) según corresponda en cada pregunta. Algunas preguntas están formuladas como pregunta abierta por lo cual, se deben dejar en blanco las casillas SI, NO y NA y responder en el campo de respuesta abierta con alguna de las opciones de respuesta que se plantean (Si están dadas) o de lo contrario, con la respuesta que corresponda de acuerdo a la pregunta.

Los factores de riesgo fueron clasificados en tres grupos dentro de la lista de chequeo: el primero de ellos es la identificación de los factores de riesgo en el trabajo, el segundo es la organización del trabajo y el tercero los controles actuales de la exposición ocupacional.

- **Identificación de los factores de riesgo en el trabajo:** La sección está compuesta por un total de 44 preguntas que llevan a identificar los factores de riesgo asociados a las herramientas de trabajo, a la postura del miembro superior, controles existentes, tipos de vibración, ciclos de trabajo, tiempos de exposición en la jornada y factores agravantes como la exposición al ruido y al frío. Para la estructuración de estas preguntas se tuvo en cuenta la información aportada por la OIT (20).

- **Organización del trabajo:** Esta sección reúne un total de 24 preguntas asociadas a la jornada de trabajo, tiempo de descanso turnos de trabajo, pausas activas, rotación del personal y autonomía del trabajador para la realización de sus tareas. Para este grupo de preguntas se tomó como referencia la batería de instrumentos para la evaluación de factores de riesgo psicosocial (54).

- **Controles actuales de la exposición ocupacional:** Esta sección reúne un total de 33 preguntas que fueron organizadas según la jerarquía de controles: sustitución, controles de ingeniería, controles administrativos y elementos de protección personal. En cuanto a las recomendaciones brindadas por la OIT, se sugiere que se deben eliminar y controlar las situaciones de peligro y los riesgos para la salud y seguridad derivados de los factores ambientales peligrosos mediante (23):
 - a) Uso de maquinarias o equipos que no entrañen peligro para la seguridad y la salud de quienes los usen correctamente.
 - b) la sustitución de equipos o procesos peligrosos
 - c) la introducción de medidas técnicas aplicadas al diseño o instalación de nuevas maquinarias o procesos.

Para seguir a cabalidad este orden de medidas de control la OIT sugiere que:

- a) Si al realizar la evaluación se logre deducir que no es práctico aplicar la eliminación de factores ambientales peligrosos, se deberán aplicar medidas técnicas ya sea aislando totalmente los sistemas de proceso y manipulación.
- b) Si al realizar la evaluación se detecta que no es práctico aplicar ni la eliminación ni el aislamiento total, se deberá reducir cuanto sea posible la exposición a través de medidas técnicas; asociadas a medidas organizativas que propendan a:
 - ❖ Reducir en la medida de lo posible la fuente de peligro de modo que los riesgos queden limitados a pequeñas áreas, en las que sea más fácil aplicar las medidas técnicas de control.
 - ❖ Prácticas organizacionales como manejo de horario, controlando el tiempo de exposición al peligro.
 - ❖ Reducir eficazmente la magnitud de la exposición y el número de trabajadores expuestos.

- c) Si al aplicar los medios antes mencionados se concluye que no se puede garantizar una protección adecuada frente a la exposición de los factores ambientales, se deberá facilitar ropa y elementos de protección personal, teniendo presente factores de riesgo asociados al peligro en cuestión, cumpliendo con estándares legales vigentes.

Como ejemplos de estos controles se pueden observar dentro de la lista de chequeo: procedimientos para control de selección de la herramienta, sistemas para compensar el peso de las herramientas, planes de mantenimiento, inspecciones periódicas de las herramientas, capacitaciones del personal, pausas activas, elementos de protección personal entre otros.

Se pretende finalmente dar como entregable una lista de chequeo de recolección de datos diseñada a partir de lo que se definió en el marco conceptual, del presente trabajo.

6.1.2. Formato de inventario de actividades con exposición a vibración

Se diseñó un formato de inventario de actividades en el programa informático Excel, como herramienta para documentar los resultados de la aplicación de la lista de chequeo de identificación de factores de riesgo de la vibración mano-brazo y con el fin de obtener un esquema de priorización. Este formato de inventario se compone de un total de 21 ítems clasificados en 5 subgrupos que son: caracterización del puesto de trabajo, identificación del riesgo, análisis del riesgo, evaluación del riesgo y tratamiento del riesgo.

Para la elaboración de este formato de inventario se tomó como referencia la metodología de la Guía Técnica Colombiana 45 para la identificación de los peligros y valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional y la Norma Técnica Colombiana ISO 31000 para la gestión del riesgo. Los ítems que

componen el formato de inventario de actividades con exposición a vibración mano-brazo son los siguientes:

Caracterización del puesto de trabajo: En este subgrupo se hace una descripción de los puestos de trabajo observados que presentan exposición a vibración mano-brazo y las actividades que lo componen, indicando si las mismas son o no rutinarias y el número de expuestos.

1. Puesto de trabajo: En este ítem se documenta el puesto de trabajo que se está observando para identificar los factores de riesgo asociados a la exposición a vibración mano-brazo.
2. Zona/lugar: Se documenta la zona o lugar de la empresa en el que se lleva a cabo el proceso observado.
3. Actividades: Se desglosan los procesos observados en las actividades que lo componen, cada una de las cuales se analizará por separado.
4. Rutinaria: Se describe si la actividad observada es rutinaria o no. (Rutinaria es aquella actividad que forma parte de un proceso de la organización, se ha planificado y es estandarizable y no rutinaria aquella actividad que no se ha planificado ni estandarizado o que la empresa la clasifica así por su baja frecuencia de ejecución (52).
5. Número de expuestos: En este ítem se documenta el número de expuestos de la actividad analizada.

Identificación del riesgo: En este subgrupo se hace una descripción de los factores de riesgo encontrados en cada actividad, sus causas y consecuencias.

6. Factor de riesgo: Se describen los factores de riesgo asociados a la exposición a vibración mano-brazo de cada actividad.

7. Causas: En este ítem se describen las causas asociadas a los factores de riesgo identificados en el ítem anterior.

8. Consecuencias: En este ítem se documentan las posibles consecuencias o efectos para la salud asociados a los factores de riesgo identificados en cada actividad.

Análisis del riesgo: En este subgrupo se documentan los controles existentes para mitigar los efectos de la exposición a la vibración mano-brazo, si los mismos se encuentran o no documentados y la eficacia de los controles. De acuerdo a la norma ISO 31000, el análisis del riesgo brinda una entrada para la evaluación del riesgo y las estrategias y métodos más adecuados para su tratamiento (53)

9. Controles existentes: En este ítem se pretende documentar los controles existentes en la fuente, el medio y el trabajador en cada una de las actividades identificadas para minimizar los efectos de la exposición a la vibración mano-brazo.

10. Están documentados: En este ítem se evalúa si están o no documentados los controles.

11. Donde están documentados: Si la respuesta del ítem anterior es positiva, se especifica en donde se encuentran documentados los controles existentes. Si no se encuentran documentados en el ítem se escribirá no aplica.

12. Eficacia de los controles: Se clasifica la eficacia de los controles existentes en alta, media o baja.

Evaluación del riesgo: En este subgrupo se evalúan los riesgos en función de su probabilidad y consecuencias generadas.

13. Nivel de probabilidad: En este ítem se evalúa cualitativamente la probabilidad teniendo en cuenta la tabla 10.

Tabla 10. Nivel de probabilidad

Nivel de probabilidad	Significado
Muy alto	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
Medio	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Fuente: Elaboración propia

14. Nivel de consecuencia: Se evalúa cualitativamente las consecuencias asociadas a los factores de riesgo encontrados, teniendo en cuenta la metodología de la GTC 45.

Tabla 11. Nivel de consecuencia

Nivel de consecuencia	Significado
Mortal o catastrófico	Muerte
Muy grave	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez).
Grave	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT)
Leve	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad.

Fuente: Elaboración propia

15. Nivel de riesgo: Se combina el nivel de probabilidad con el nivel de consecuencia con el fin de determinar el nivel de riesgo. Esta metodología es basada en la GTC 45 aunque el nivel de riesgo se determina de manera cualitativa.

Tabla 12. Nivel de riesgo

Nivel de riesgo		Nivel de consecuencia			
		Mortal o catastrófico	Muy grave	Grave	Leve
Nivel de probabilidad	Muy alto	I	I	I	II
	Alto	I	I	II	II
	Medio	I	II	II	III
	Bajo	II	II	III	III

Fuente: Elaboración propia

Luego de establecer el nivel de riesgo, con la siguiente tabla se determina el significado del mismo.

Tabla 13. Significado nivel de riesgo

Nivel de riesgo	Significado
I	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato.
III	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.

Fuente: Elaboración propia

16. Aceptabilidad del riesgo: En este ítem se define la aceptabilidad del riesgo teniendo en cuenta el resultado del ítem anterior. Esta calificación también es tomada de la GTC 45.

Tabla 14. Aceptabilidad del riesgo

Nivel de riesgo	Significado
I	No aceptable
II	Aceptable con control específico
III	Aceptable

Fuente: Elaboración propia

Las anteriores tablas se realizaron con base en las tablas propuestas en la guía técnica colombiana 45, sin embargo, estas fueron ajustadas para este formato con el fin de proponer una metodología para evaluar los riesgos cualitativamente.

Tratamiento del riesgo: En este subgrupo se documentan las medidas de intervención para mitigar los riesgos asociados a la exposición a vibración mano-brazo.

Los empleadores deben establecer, implementar y mantener uno o varios procesos para la eliminación de los peligros y la reducción de los riesgos de SST utilizando la jerarquía de control (55):

17. Eliminación: Con esta medida se busca eliminar el peligro desde su fuente.
18. Sustitución: Consiste en sustituir el peligro con procesos, operaciones, materiales, o equipos menos peligrosos y combatir los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo en su fuente (55).
19. Controles de ingeniería: Estos varían de acuerdo a la organización. Para vibración mano-brazo se pueden aplicar controles como uso de empuñaduras anti vibratorias o modificar los procesos con el fin de evitar el uso de herramientas vibratorias (23).
20. Controles administrativos: Dentro de los controles administrativos se incluyen llevar a cabo inspecciones periódicas de los equipos, realizar inducciones y capacitaciones al personal, cambiar los modelos de trabajo, reducción del tiempo de exposición, entre otros (55).
21. Elementos de protección personal: Se deben suministrar los elementos de protección personal adecuados, incluyendo las instrucciones de utilización y mantenimiento (55). Para el peligro en estudio se puede considerar el uso de guantes anti vibratorios.

6.2. Revisión de normatividad vigente en referencia a la vigilancia a la exposición

Esta sección se encuentra compuesta por dos anexos, uno denominado **anexo 3: “matriz legal nacional de vigilancia de la exposición ocupacional”** referente a la normatividad que recopila los requisitos legales a nivel nacional, respecto a la vigilancia a la exposición a la vibración, con lo cual se pretende justificar la realización del proceso. Un segundo anexo denominado **anexo 4 “ Comparación de la legislación nacional con legislación internacional”** con la cual se pretendió identificar los elementos comunes y los faltantes en legislación Colombiana, frente a la legislación internacional, finalmente se realizó un tercer anexo denominado **anexo 5 “ Matriz de guías técnicas”** en la cual se realiza una recopilación de las prácticas a realizar respecto a la evaluación de la exposición a vibración mano- brazo, aspectos sanitarios e higiénicos a tener en cuenta para el control y vigilancia.

6.2.1. Matriz de requisitos legales a nivel nacional

Se realizó una matriz de identificación de requisitos legales, en el programa informático Excel con el fin de documentar la normatividad que regula la vigilancia de la exposición ocupacional a nivel nacional, partiendo desde los referentes que indican la aplicación y gestión del riesgo a partir de los programas de salud ocupacional, hoy denominada Salud y Seguridad en el Trabajo. A partir de la búsqueda en la página oficial del Fondo de Riesgos Laborales (6). Como resultado se obtuvo un total de 18 normas, se empezó identificando la normativa que aborda temas como: la gestión del riesgo en el ámbito laboral, vigilancia de la salud de los trabajadores y vigilancia del ambiente de trabajo.

Con respecto al establecimiento de los programas de salud ocupacional hoy, denominado Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, se encuentran reguladas la Resolución 1016 de 1.989, la Ley 378 de 1.997 y Decreto 873 de 2.001, los cuales, hacen referencia a la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o

empleadores en el país, incluyendo actividades de Medicina Preventiva, Medicina del Trabajo, Higiene industrial y Seguridad Industrial, tendientes a preservar, mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores en sus ocupaciones y que deben ser desarrolladas en sus sitios de trabajo en forma integral e interdisciplinaria, en concordancia con lo dispuesto por la Ley 9 de 1.979. Lo anterior es congruente con la actual normatividad, específicamente el Libro 2, Parte 2, Título 4, Capítulo 6 del Decreto 1072 de 2.015 y Resolución 0312 de 2.019, los cuales, establecen que todas las actividades anteriormente mencionadas se deben desarrollar dentro del marco de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo debidamente documentado, abarcando en su totalidad los peligros a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores.

Frente a la normatividad relacionada con la gestión de los peligros, se identificaron 3 artículos específicos para vibración incluidos en la Resolución 2400 de 1.979. No obstante, estas normas no establecen límites de exposición ocupacional para este agente como en el caso de los peligros químicos que se establecieron los de la ACGIH de acuerdo al artículo 154; así como tampoco a la adopción de programas de prevención y control. En adición, dentro de esta Resolución, los artículos referentes a la vibración se encuentran integrados con el agente físico ruido puesto que estos dos son co factores de riesgo en el lugar de trabajo. Es así como en la legislación colombiana se identificaron normas específicas para ruido como lo son la Resolución 8321 de 1.983 y Resolución 1792 de 1.990, dentro de las cuales se establecen los límites de exposición ocupacional y la obligatoriedad de implementar programas de conservación auditiva, encontrando un vacío normativo para el caso de la vibración a pesar de que dentro del Decreto 1477 de 2.014 por el cual se expide la tabla de enfermedades laborales, ya se encuentran unas asociadas a este agente físico.

Lo anterior es congruente con la Guía de atención Integral de salud ocupacional basada en la evidencia para desórdenes musculoesqueléticos de miembros superiores GATISO, regulada por la

resolución 2844 de 2.007, en la cual se establece que la vibración, es uno de los factores de riesgo para el desarrollo de desórdenes musculoesqueléticos, indicando que se debe tomar como medida de control la vigilancia médica de los trabajadores para la detección temprana de síntomas atribuibles a la exposición; y que entre otros aspectos se deben tomar medidas en cuanto a intervención ergonómica, aspectos del diseño de las herramientas, materiales y/o equipos.

Así mismo, teniendo en cuenta que al estar presente la vibración también lo está el ruido, es de extrañar la prioridad que se le da a este último en cuanto a la legislación relacionada con la vigilancia de la exposición y de la salud, ya que desde las normas más antiguas se han establecido criterios para las mediciones, la toma de acciones correctivas cuando se superen los valores límites permisibles, los controles a aplicar tales como reducción de ruido en el origen, reducción de ruido en el medio de transmisión, reducción del tiempo de exposición, suministro de elementos de protección auditiva y la toma de audiometrías en el personal expuesto; no así ocurre para la vibración.

Con relación a la vigilancia de la salud, está regulado mediante la Resolución 2346 de 2.007 la obligatoriedad de la aplicación de exámenes médicos ocupacionales de ingreso, periódicos y de retiro a todo trabajador expuesto a cualquier tipo de peligro. Estos exámenes deberán ser practicados de acuerdo con la clase, magnitud y frecuencia de la exposición a cada factor de riesgo. Adicionalmente, de acuerdo con lo dispuesto en esta Resolución, el empleador debe tener documentada como mínimo la información de exposición laboral actual, sintomatología reportada por los trabajadores y resultados generales de las pruebas clínicas o paraclínicas complementarias a los exámenes físicos realizados, con el fin de vigilar la condiciones de salud de los trabajadores. Lo anterior debe verse reflejado en lo que se denomina una historia clínica ocupacional, la cual según el Decreto 1072 de 2.015, debe conservarse por un tiempo mínimo de 20 años.

Finalmente, se pueden observar las brechas existentes en la legislación Colombiana, con respecto al establecimiento de criterios específicos que debe seguir el empleador para vigilar la exposición a los peligros, principalmente el de la vibración. Por ende se ve la necesidad de consolidar mediante un modelo, que sirva de guía a los empleadores para monitorear este agente físico.

6.2.2. Comparación de la legislación nacional con legislación internacional

Se realizó una matriz de normatividad internacional relacionada con la vigilancia de la exposición en el programa informático Excel en la cual, se tomaron como referencia la legislación de Estados Unidos, Reino Unido y la Unión Europea, con el fin de hacer la comparación con la legislación Colombiana vigente y evidenciar sus diferencias.

La legislación internacional evidencia un marcado interés en la exposición a vibración y hace énfasis en los factores de riesgo a los que están expuestos los trabajadores. España ratifica la Directiva 2002/44/CE publicada por el Parlamento Europeo y del Consejo por medio del Real Decreto 1311 de 2.005, en el cual, se estipula el compromiso que vincula a los empresarios a garantizar que los trabajadores que estén expuestos a vibración tengan condiciones seguras de trabajo y exista una normatividad que tenga establecidos los valores límites permisibles para 8 horas en 5m/s^2 (56).

La directiva 2002/44/CE declara en uno de sus artículos la definición de vibración como un riesgo físico de un subtipo mecánico que se transmite al humano de cuerpo entero o Mano -Brazo y que supone un riesgo para la salud y la seguridad de los trabajadores con particulares problemas a nivel osteomuscular, vascular y neurológico (56).

Se evidencia que en la Unión Europea la normatividad enuncia al empleador con el nombre de empresario y obliga a éste a buscar el mayor alcance técnico que disminuya la exposición a vibración al trabajador. Además mediante la directiva 2002/44/CE se detalla una preocupación por priorizar la

inversión en tecnología que proteja al trabajador ante la exposición a vibración y se disminuya las consecuencias en salud que ellos mencionan.

El sistema legal Estadounidense también establece una normatividad clara para que exista un sistema de vigilancia y seguridad laboral, que liderado por el Departamento del Trabajo de los Estados Unidos involucra al trabajador de forma dinámica en la auditoría y en el control potencial del riesgo laboral.

No se evidencia en la legislación Estadounidense una definición del peligro de Vibración y sus límites de exposición ocupacional. Es por ello que se emplean los valores de referencia fijados por la A.C.G.I.H que actualmente en los TLV del 2018 toman en cuenta el tiempo de exposición y susceptibilidad individual en relación con la vibración mano brazo. La ecuación que la define es la siguiente:

$$t_v = \frac{200}{a_{hv(TLV)}^2} (48)$$

A partir de la anterior ecuación es posible establecer el tiempo que puede estar expuesto el trabajador teniendo en cuenta el valor de vibración calculado y tomando como referencia el TLV de 5m/seg².

En cuanto a la participación de los trabajadores en el proceso activo de la prevención de los efectos en salud derivados de la exposición a vibración, la normatividad en los Estados Unidos es muy amplia, ya que mediante comunicación directa con OSHA, permite que se mantenga en secreto la identidad del trabajador, se hagan las visitas respectivas y se proteja a este de un posible despido por denunciar peligros o deficiencia en las medidas de prevención/protección (57).

Por otra parte, dentro de la normatividad de Reino Unido se encuentra el instrumento estatutario 2005 No. 1093, llamado reglamento de control de vibraciones en el trabajo 2005, el cual, se basa en la directiva 2002/44/CE y cuyo propósito es proteger a los trabajadores de los riesgos para la salud por los efectos de la vibración. Este reglamento exige tareas más específicas en comparación con los

reglamentos generales de salud y seguridad anteriores, como el Reglamento de Gestión de la Salud y Seguridad en el Trabajo de 1999, que aún se aplica (58).

Dentro de los requisitos que establece esta regulación se encuentran la inclusión del valor de acción y valor límite de exposición diaria a vibración mano brazo y cuerpo entero, la obligatoriedad de hacer una evaluación adecuada del riesgo así como los parámetros a tener en cuenta y la vigilancia de la salud en el personal expuesto.

En general, las tres legislaciones promueven requisitos que permiten al trabajador tener unas garantías que limiten su exposición a vibración, mediante capacitación, derechos y deberes, exámenes médicos ocupacionales, elementos de protección personal, mediciones en la fuente y en el trabajador y control a la exposición que disminuyan los efectos negativos en la salud derivados de la exposición en la jornada laboral a vibración mano brazo. Las brechas existentes en la legislación Colombiana en cuanto al agente físico vibración son evidentes en comparación con otros países, sin embargo, se puede afirmar que la entrada en vigencia del Libro 2, Parte 2, Título 4, Capítulo 6 del Decreto 1072 de 2.015 es una buena pauta para que los empleadores hagan gestión de los peligros de manera obligatoria, vigilando los ambientes de trabajo y monitoreando la salud de los trabajadores.

6.2.3. Matriz de guías técnicas

Se realizó una matriz de guías técnicas en el programa informático Excel, destacando los componentes temáticos de cada material encontrado. La búsqueda dio como resultado un total de 5 documentos. En referencia al componente de medición y evaluación de la exposición a vibración mano-brazo, se cuenta con la Nota Técnica Preventiva – NTP 839 Vibraciones mecánicas: evaluación del riesgo, publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT que señala entre otros aspectos, el valor que da lugar a una acción en trabajadores expuestos a vibración

mano- brazo; tomando como referente un valor de $2,5 \text{ m/s}^2$ y un valor límite de 5m/s^2 , indicando que en el caso en que el valor esté por debajo del valor que da lugar a una acción se deberá; disponer las medidas en cuanto a información, formación, consulta y participación de los trabajadores y revisar la evaluación del peligro y valoración de riesgos (42).

Por otra parte, esta nota técnica indica que si resultado de la aceleración calculada está entre el valor de acción y el valor límite, se deberán ejecutar programas con acciones preventivas, llevar a cabo vigilancia de la salud, aplicar la jerarquía de controles mencionada anteriormente. La medida a aplicar cuando la aceleración calculada supera el valor límite es aplicar acciones inmediatas para reducir la exposición. Es de aclarar que la información suministrada por la guía en mención está basada en el marco legal normativo de España, cuyas regulaciones referentes al control y vigilancia de la exposición a vibración mano- brazo aporta parámetros específicos de cumplimiento y pautas a seguir (42).

La Organización Internacional de Normalización - ISO estableció la norma técnica ISO 5349-1 que establece los requisitos generales para la medición y evaluación de la exposición humana a la vibración transmitida a la mano en los tres ejes ortogonales y la norma técnica ISO 5349-2 en referencia a una segunda parte que brinda parámetros para la medición de la vibración transmitida a la mano en el lugar del trabajo (47).

El comité Europeo de Normalización - CEN/TR publicó la guía CEN/TR 15350 la cual estipula parámetros sobre cómo estimar, evaluar y documentar la exposición a vibración generada por el uso de herramientas y máquinas guiadas por la mano, de acuerdo con los requisitos de la directiva europea 2002/44/CE. También toma como referencia las normas ISO 5349-1 e ISO 5349-2, pero en lugar de medir las magnitudes de vibración en los lugares de trabajo específicos, los métodos en esta guía utilizan valores de vibración existentes de otras fuentes de información, incluidos los proporcionados por los fabricantes de la maquinaria (59).

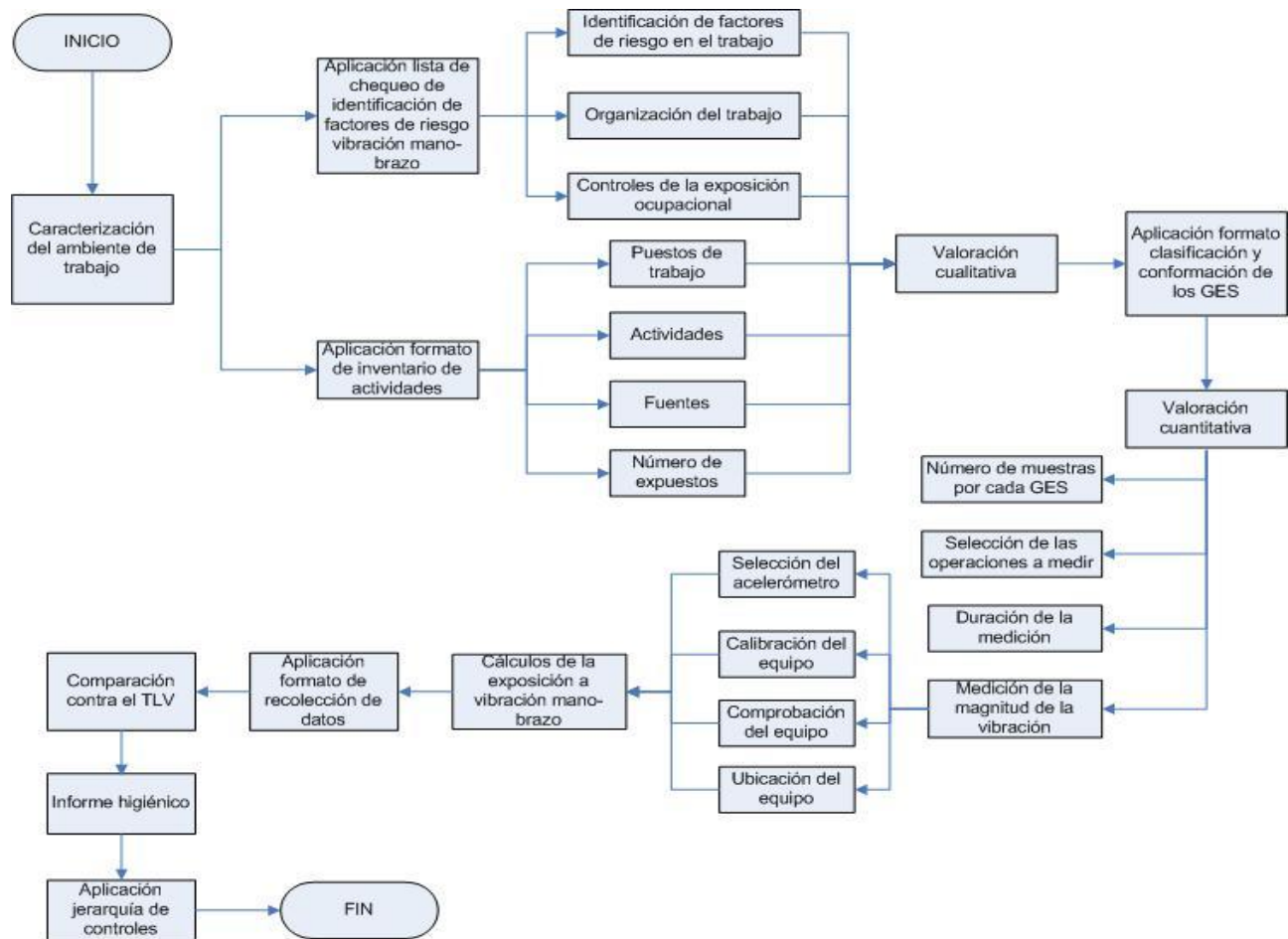
Con relación al componente de vigilancia de la salud, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - INSHT cuenta con una segunda Nota Técnica Preventiva referente a esta temática donde se especifican los criterios para la prevención de los efectos adversos y vigilancia de la salud de trabajadores expuestos a vibración. Se establecen los aspectos higiénicos entre los que destacan: la reducción de la vibración en origen, diseño ergonómico de empuñaduras, aislamiento de vibraciones por medio del uso de aislantes a nivel de los elementos elásticos en los apoyos de las máquinas o de las plataformas vibrátiles, a nivel de las empuñaduras de las herramientas y utilización de equipos de protección personal.

En conclusión, las anteriores guías pueden ser utilizadas como base para realizar la vigilancia del ambiente de trabajo y de la salud de los trabajadores expuestos a vibración mano-brazo, ya que las mismas establecen parámetros a seguir en cada caso y recomendaciones para el puesto de trabajo. En la revisión bibliográfica hecha en este trabajo, se evidencia que las normas ISO 5349-1 e ISO 5349-2 son las más referenciadas debido a que explican detalladamente cómo realizar la medición de la exposición a vibración mano-brazo, incluyendo ejemplos. Además, la norma ISO 5349-1 brinda información acerca de los principales efectos en salud asociados a la exposición a vibración mano-brazo.

6.3. *Protocolo de vigilancia del ambiente de trabajo*

El siguiente protocolo de vigilancia del ambiente de trabajo permite caracterizar la exposición a vibración mano-brazo. En la figura 2 se muestra el diagrama de flujo general de este proceso:

Figura 2: Diagrama de flujo vigilancia del ambiente de trabajo



Fuente: Elaboración propia

6.3.1. Caracterización del ambiente de trabajo.

En esta etapa se pretende realizar una identificación de los factores de riesgo por la exposición a vibración mano-brazo en el lugar de trabajo a través de la recolección de información detallada tanto del ambiente de trabajo como de las circunstancias bajo las cuales se exponen los trabajadores; se tendrá en cuenta las fuentes que generan el riesgo, los procesos productivos, los controles existentes, el espacio del lugar de trabajo, los tiempos de exposición, los turnos y los elementos de protección personal que utilizan los expuestos (60). Para esta actividad se utilizará la lista de chequeo de factores

de riesgo vibración mano-brazo, la cual, se deberá aplicar por puesto de trabajo y actividad y se encuentra en el Anexo 1.

6.3.2. *Valoración cualitativa*

A partir de los resultados de la aplicación de la lista de chequeo de identificación de factores de riesgo de la vibración mano-brazo, se diligenciará el formato de inventario de actividades con el fin de obtener un esquema de priorización.

Teniendo en cuenta la información anterior, se conforman grupos de oficios por procesos de producción que por la naturaleza de la tarea puedan compartir exposiciones similares. Estos grupos se deben clasificar en categorías de exposición ambiental a vibración mano-brazo según observaciones de la actividad y su relación con las circunstancias y agentes de exposición, como por ejemplo: Muy alto, alto, medio y bajo. Posteriormente se debe asignar códigos a estos grupos y clasificarlos en categorías de riesgo por exposición ambiental. Estos serán los denominados Grupos de Exposición Similar (GES), los cuales se asume que tienen el mismo perfil de exposición en términos de la frecuencia con que desarrollan la tarea, las herramientas utilizadas, los procesos implicados y en general, la forma de desarrollo de la actividad (60). Para documentar esta actividad se empleará el formato del **Anexo 6** denominado “**clasificación y conformación de los grupos de exposición similar (GES)**”.

6.3.3. *Valoración por estimación*

Uno de los métodos para determinar la exposición a vibración mano- brazo en los trabajadores es a través de la estimación de dicho parámetro mediante la observación de los métodos de trabajo y la información apropiada sobre la magnitud probable de la vibración del equipo o herramienta suministrada por el fabricante (61). Para poder llevar a cabo esta estimación la Nota Técnica Preventiva 792 establece los siguientes pasos:

1. Identificar las máquinas que se utilizan durante la jornada: Para poder realizar un perfil de exposición adecuado, se deben determinar las máquinas y herramientas que se están empleando, los modos de funcionamiento de estas herramientas, los cambios en las condiciones de funcionamiento y la información de los trabajadores sobre las situaciones que pueden generar las mayores exposiciones a vibración mano-brazo (61).
2. Obtener los valores de emisión declarados por el fabricante: Generalmente el fabricante de la herramienta reportará en el manual de uso la magnitud de la vibración que es probable que se transfiera a la mano del trabajador cuando se hace uso de la misma. Esto puede ser muy útil cuando se desea estimar la exposición diaria a las vibraciones en la evaluación de riesgos (61).
3. Determinar la duración de la exposición diaria para cada máquina: Se deberá establecer el tiempo de exposición para cada máquina y herramienta a partir de los resultados de la valoración cualitativa.
4. Calcular la exposición a la vibración diaria a vibración: Con el valor de la aceleración procedente del manual del fabricante, se calcula el parámetro principal A(8) para evaluar el riesgo en función de un período de 8 horas:

$$A(8) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_{hwi}^2 \times T_i}{8}}$$

Dónde:

a_{hwi} es el valor total de las vibraciones para la operación i, que se obtiene a partir de los valores eficaces de la aceleración ponderados en frecuencia de cada uno de los ejes ortogonales x, y, z.

T_i es el tiempo de exposición a cada operación i. (61)

6.3.4. Valoración cuantitativa

La clasificación cualitativa de los grupos de exposición similar (GES) mencionada en el literal 5.3.2 debe ser confirmada mediante muestreos personales de la exposición ocupacional. Para determinar el número de trabajadores a muestrear por cada GES se tendrá en cuenta la siguiente tabla tomada del manual de estrategia de muestreo de exposición ocupacional de NIOSH:

Tabla 15. Número de muestras a tomar de acuerdo al tamaño del GES

Tamaño del grupo N	Número requerido de muestras
8	7
9	8
10	9
11-12	10
13-14	11
15-17	12
18-20	13
21-24	14
25-29	15
30-37	16
38-49	17
50	18

Fuente: (62)

Si el tamaño del GES es menor o igual que 7, el número de muestras a tomar será el mismo tamaño del GES (62).

6.3.4.1. Selección de las operaciones para medir

Se debe procurar hacer medición de todas las fuentes (herramientas y máquinas) que contribuyan significativamente a la exposición diaria a vibración. En adición, puede ser útil obtener información de los trabajadores y los supervisores acerca de las situaciones en las que se considera que se pueda producir la más alta magnitud de vibración y estimar el valor de la vibración a partir de los datos suministrados por el fabricante de las herramientas (63).

6.3.4.2. *Duración de la medición de la vibración*

La medición de la vibración mano-brazo debe ser representativa y de un uso típico de la herramienta o máquina. La norma ISO 5349-2 recomienda que la medición debe iniciar cuando el trabajador tiene el primer contacto con la fuente de vibración y terminar cuando el contacto se rompe. Este período de medición puede incluir variación en la magnitud de la vibración e incluir períodos en los que no hay exposición (63).

De acuerdo a la norma ISO 5349-2 el tiempo mínimo de duración aceptable depende de la instrumentación y las características de la operación. Además, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

- El tiempo total de medición debe ser de al menos un minuto.
- Se deben tomar muestras de corta duración en vez de una sola medición de larga duración.
- Por cada operación deben ser tomadas al menos tres muestras.
- Mediciones de muy corta duración (menos de 8 segundos) son poco confiables (63).

Cuando la medición en campo es difícil durante el funcionamiento normal de la herramienta, se sugiere utilizar procedimientos de trabajo simulados. Dicha simulación deben representar las condiciones de trabajo reales para poder simplificar el proceso de medición de la vibración. La finalidad de estos procedimientos es lograr mediciones durante períodos más largos de lo que podría permitirse durante el trabajo de producción normal (63).

6.3.4.3. *Medición de la magnitud de la vibración*

Al momento de aplicar la medición en campo se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

1. Equipo de medición

Para la medición de la vibración se usan acelerómetros. La señal de vibración de los acelerómetros puede ser procesada de diferentes maneras para lograr una medida de la frecuencia de la aceleración ponderada. Para la selección del acelerómetro se deberá tener en cuenta los siguientes parámetros:

- La magnitud de la vibración esperada.
- El rango de frecuencia requerido.
- Las características físicas de la fuente.
- Influencia de la masa del acelerómetro.
- Ambiente en el cual va a ser usado el equipo.

De acuerdo a la Norma ISO 5349-2, es recomendable utilizar un acelerómetro triaxial que permita realizar la medición de manera simultánea en los tres ejes x, y, z.

A continuación se muestran ejemplos de acelerómetros:

Tabla 16. Modelos de acelerómetros

Referencias	Imagen	Especificaciones
Vibrate - Medidor de vibraciones ocupacionales VMB (64)		Ponderación de frecuencia: VCI: Wk e Wd Ponderación de frecuencia: VMB: W Mediciones simultáneas de vibración en los 3 ejes: x, y e z Mediciones de mano-brazo con acelerómetro triaxial y adaptadores.

Dosímetro de vibraciones mano-brazo SV 103 (65)		Acelerómetro: triaxial desmontable SV 107B con correas de mano de acuerdo con ISO 5349 Rango de medida: 0.2 ms⁻² RMS ÷ 2000 ms⁻² PEAK rango de frecuencia : 1 Hz-2000 Hz.
--	--	--

Fuente: Elaboración propia

2. Calibración del equipo

La calibración del equipo utilizado para la medición de vibración mano-brazo debe ser trazable y acorde a un estándar reconocido y verificado por un laboratorio acreditado (66).

La norma ISO 9001:2015 establece que los equipos de medición deben verificarse o calibrarse, o ambas, a intervalos planificados antes de su utilización, comparando con patrones de medición trazables a patrones de medición internacionales o nacionales; cuando no existan tales patrones, debe conservarse como información documentada la base utilizada para la calibración o verificación (67).

3. Comprobación del equipo en campo

Antes de iniciar una medición en campo, se debe realizar la comprobación del equipo de acuerdo a lo establecido en el manual de operación del mismo. Se debe verificar que el equipo funcione correctamente antes y después de su uso para lo cual, se utilizará un calibrador como el que se muestra en la siguiente tabla (66):

Tabla 17. Modelo de equipo para calibración de acelerómetro

Referencia	Imagen	Especificaciones
SV 110 Calibrador de vibración (68)		Dedicado para la comprobación in situ de los acelerómetros de vibraciones humanas concorde a ISO 8041. Dependiendo en la frecuencia seleccionada el usuario puede elegir el nivel de calibración desde 1 m/s² hasta 10 m/s². Los acelerómetros se fijan de una manera cómoda utilizando una rosca o un disco especial o un adaptador dedicado. Actúa como comprobación de calibración básica y funcionalidad del instrumento. (68)

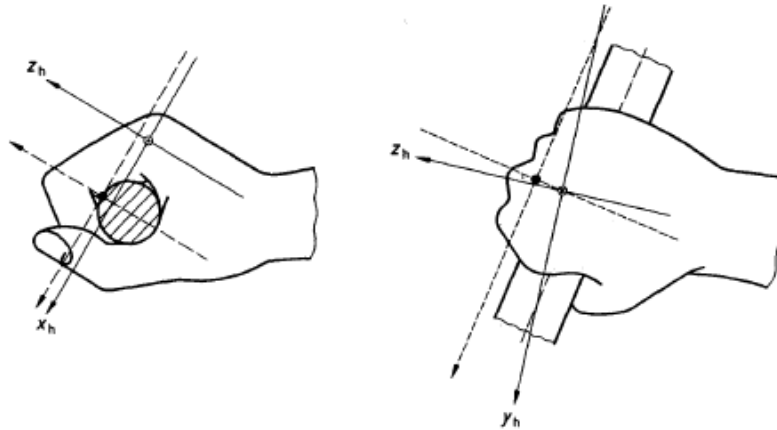
Fuente: Elaboración propia

4. Medición en los tres ejes ortogonales

Para conocer la magnitud de la vibración mano brazo es recomendable realizar la medición de manera simultánea en los tres ejes de un sistema de coordenadas ortogonales tal y como se muestra en la figura

2:

Figura 3. Ejes ortogonales para la medición de la vibración mano-brazo



Fuente: (66)

La evaluación de la exposición a la vibración se basa en una cantidad que combina los tres ejes. Este es el valor total de la vibración, a_{hv} . Para conocer cómo se calcula este valor, remítase al numeral 5.3.4.4 de este capítulo.

5. Ubicación del equipo

Según las recomendaciones de la norma ISO 5349-2, las mediciones de las vibraciones se deben realizar en o cerca de la superficie de la mano (o manos) donde la vibración entre al cuerpo tal y como lo muestra la figura. En lo posible, el acelerómetro debe estar ubicado en el centro de la zona de agarre pues es en esta ubicación donde se consigue la evaluación más representativa de la vibración que ingresa a la mano (63).

Figura 4. Ubicación del acelerómetro para la medición de la vibración mano-brazo



Fuente: (65)

6.3.4.4. Cálculos de la medición de exposición a vibración mano-brazo

1. Cálculo de la magnitud de vibración en N muestras

La magnitud de la vibración, debe ser el resultado de la medición de cada uno de los ejes. Esta magnitud media de una serie de N muestras está dada por (63):

$$a_{hw} = \sqrt{\frac{1}{T} \times \sum_{j=1}^N a_{hwj}^2 \times t_j}$$

Donde T

a_{hwj} es la magnitud de la vibración medida para la muestra j

t_j es la duración de la medición para la muestra j

$$T = \sum_{j=1}^N t_j$$

La fórmula anterior hace referencia al cálculo de la magnitud de la vibración a partir de las mediciones realizadas en cada uno de los ejes (x, y, z) y para cada una de las operaciones (63). Se debe tener en cuenta que para cada operación se deben tomar mínimo tres muestras tal y como se menciona en el numeral 6.3.4.2. de este capítulo.

2. Cálculo del valor total de la vibración a_{hv}

El valor total de la vibración a_{hv} está dada por (63):

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

Donde

a_{hv} es el valor total de la vibración para los tres ejes

El parámetro a_{hv} es la raíz de la suma de los cuadrados de la magnitud de la vibración de los tres ejes; estos valores fueron calculados a partir de la fórmula del numeral 1. Se debe tener en cuenta que esta fórmula también debe ser aplicada para cada una de las operaciones en las que se haya realizado la medición.

Nota: Si el equipo ya suministra la lectura del valor de la vibración para cada uno de los ejes (x, y, z), no es necesaria la aplicación de las anteriores fórmulas.

3. Cálculo de la exposición diaria a vibración

La exposición diaria a vibración $A(8)$ calculado en m/seg^2 se obtendrá a partir de (63):

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \times \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 \times T_i}$$

Donde

T_0 corresponde al tiempo de referencia de 8 horas (28800 seg)

n corresponde al número de operaciones

a_{hvi} corresponde al valor total de la vibración para la operación i

T_i corresponde al tiempo de exposición para la operación i

El parámetro $A(8)$ es el valor total de la aceleración sumando toda las fuentes de vibración mano-brazo a las que está expuesto el trabajador. Es importante mencionar que este valor debe ser calculado para cada mano (63).

Con el fin de facilitar la comparación de las diferentes operaciones que contribuyen a la exposición diaria a vibración $A(8)$, puede ser útil calcular la exposición parcial a vibración para una operación en particular $A_i(8)$ (63):

$$A_i(8) = a_{hvi} \times \sqrt{\frac{T_i}{T_0}}$$

Donde

a_{hvi} es el valor total de la vibración para la operación i

T_i es el tiempo de exposición para la operación i

T_0 es el tiempo de referencia de 8 horas (28800 seg)

La fórmula anterior puede facilitar la identificación de la fuente con mayor contribución a la exposición diaria a la vibración mano-brazo.

4. Comparación contra el valor límite permisible

El valor límite permisible para vibración mano-brazo para un período de referencia de 8 horas se ha establecido en 5m/seg^2 por distintas fuentes de información dentro de las que tenemos los TLV

(Threshold Limit Value) de la ACGIH (48). Así mismo, se ha determinado el valor de acción para un período de referencia de 8 horas en $2,5 \text{ m/s}^2$ (56).

Luego de realizar el cálculo del parámetro A(8) que corresponde a la magnitud total de la aceleración a la que se encuentra expuesto el trabajador, se procede a comparar este resultado con el valor límite permisible mencionado anteriormente, con el fin de determinar si existe sobre exposición o no.

La ACGIH propone la siguiente fórmula para establecer cuánto tiempo puede estar expuesto el trabajador a vibración mano-brazo teniendo en cuenta el valor a_{hv} calculado (48):

$$t_v = \frac{200}{a_{hv(TLV)}^2}$$

Dónde:

T_v es el tiempo para alcanzar el TLV

A_{hv} es el valor calculado anteriormente

Con el cálculo de los parámetros A(8) y t_{exp} es posible tomar decisiones con relación a los controles en la fuente, el medio y el individuo que debe aplicar el empleador para reducir la exposición a vibración mano-brazo.

Para realizar los anteriores cálculos se ha diseñado el **Anexo 7** denominado **“Formato de recolección de datos de exposición a vibración mano-brazo”**, el cual permitirá calcular los anteriores parámetros de una manera más práctica ya que se encuentran formulados en una hoja de Excel.

En este formato se calculará la exposición parcial a vibración mano-brazo de cada una de las fuentes identificadas en el sitio de trabajo y el valor total de la exposición diaria A(8), el cual, se compara con el valor límite permisible.

6.3.4.5. Frecuencia de las mediciones

Para determinar la frecuencia de las mediciones de la vibración mano-brazo, se tomó como referencia la propuesta del autor J. Rock., quien plantea que la periodicidad se debe establecer en función de los resultados de las mediciones con relación al valor límite permisible o porcentaje de dosis de exposición, de acuerdo a la tabla (69):

Tabla 18. Frecuencia de las mediciones

Grado	Descripción	Comentario	Frecuencia de reevaluación
1	No exposición	Concentraciones o dosis inferiores al 10 % del TLV	De 3 a 5 años
2	Exposición baja	Concentraciones o dosis inferiores al 50% del TLV	De 1 a 3 años
3	Exposición moderada	Frecuente exposición a concentraciones o dosis por debajo del nivel de acción (50% del TLV) o exposiciones poco frecuentes a concentraciones o dosis entre el nivel de acción y el TLV.	De 3 meses a 1 año
4	Alta exposición	Frecuente exposición a concentraciones o niveles cercanos al TLV o infrecuentes exposiciones a concentraciones o dosis por encima del TLV.	De 1 a 3 meses
5	Muy alta exposición	Frecuente exposiciones a concentraciones o dosis por encima del TLV.	Evaluación continua

Fuente:(69)

Por otra parte, existen otros factores que es recomendable tener en cuenta para definir la frecuencia con la que se realizarán las mediciones, los cuales, pueden depender de la naturaleza del trabajo y son los siguientes:

- Cambios en los controles de proceso y de ingeniería que puedan afectar la exposición.
- Desgaste gradual de la máquina o herramienta.
- Introducción de nuevas herramientas.
- Cambios significativos en la fuerza laboral ya que esto puede afectar la designación de los GES.

- Cambios en los programas de trabajo.
- Cambios significativos en empleo.
- Quejas de los empleados o evidencias de una enfermedad laboral (70).

6.3.5. *Informe higiénico de evaluación de la exposición a vibración mano - brazo.*

La evaluación de los riesgos es un proceso que se debe desarrollar de manera ordenada con el fin de obtener resultados concisos que brinden un panorama de los puntos o fuentes críticas a intervenir. La planificación de la evaluación, y el trabajo de campo hacen parte de esas etapas que deben ser registradas por medio de una tercera denominada el informe higiénico. El documento se deberá presentar de una manera estructurada que permita una comprensión clara y precisa de la evaluación realizada a la exposición a vibración mano- brazo por uso de herramientas vibratorias. Los parámetros de presentación de un informe de evaluación de exposición deberá contener tres partes principales, según los parámetros sugeridos por la Nota Técnica de Prevención 863: El informe higiénico: pautas de elaboración, publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (71):

1. **Índice :** Este apartado deberá contener los datos principales que pongan en contexto el objetivo del informe en cuestión, por lo cual se requiere la inclusión de datos como nombres de los autores, fecha, registro y título del informe que deberá contextualizar el objetivo del estudio realizado, este segmento determinará la trazabilidad del informe. En adición a los anteriores datos se deberá registrar un segmento en donde se plasmen los objetivos del informe, las causas o posibles factores que evidencian la necesidad de realizar el trabajo en campo y los antecedentes.
2. **Cuerpo o parte central:** En esta fase de deberán plasmar cuatro etapas:
 - Datos operativos: sección referente a la evidencia de los datos observados a partir de la caracterización del ambiente de trabajo donde se determinan tipos de vibración, ciclos de trabajo,

tiempos de exposición en la jornada de trabajo y controles existentes tanto en la fuente, el medio y el individuo ó según jerarquización de controles; factores determinados a partir de la aplicación de la *lista de chequeo para identificación de factores de riesgo por exposición a vibración mano-brazo*. Posteriormente se plasman los datos observados en la valoración cualitativa realizada por medio del *formato de inventario de actividades* . Se evidencia con el registro de los anteriores datos un esquema y un panorama de priorización.

- Valoración de los riesgos: Este apartado deberá plasmas los recursos utilizados para elaborar el trabajo en campo y la valoración del riesgo, según los parámetros aportados por el *numeral 5.3.4* del presente trabajo por medio de los siguientes pasos :

Ø Metodología de la valoración: Apartado donde se plasmará, la estrategia seleccionada para realizar las mediciones a partir del *formato de conformación de los grupos de exposición similar*, donde se priorizan las operaciones/ fuentes atribuibles de medición, tipos de acelerómetro usado, los certificados de calibración de los equipos , localización de los mismos y las operaciones de cálculo de los resultados.

Ø Resultados: se deberán registrar los datos cuantificados a partir de la medición en campo, documentando los Límites de exposición profesional para el agente físico de vibración mano- brazos, valor que da lugar a un valor de acción y valor límite, según ACGIH y según normativa ISO 5349:1 – ISO 5349: 2 Normas UNE y/o internacionales, con el fin de soportar los resultados obtenidos, realizando la interpretación de resultados. Se sugiere que los resultados presentados sean a partir de tabla donde se sintetice la información. Adicionar formato de recolección de datos.

- **Conclusiones:** En esta sección se deberán plasmar las descripciones concretas de las operaciones que se encuentran expuestas a valores de exposición a vibración mano brazo por encima del valor – límite e infiriendo cuales fuentes generan y transmiten valores de vibración por debajo y por encima del valor que da lugar a una acción.
- **Recomendaciones:** Esta sección deberá reflejar las medidas que serían necesarias para la resolución del riesgo higiénico valorado, dejando clara la jerarquización de las medidas preventivas y justificando la misma en la máxima eficacia preventiva de las mismas. Se sugiere para este apartado tener en cuentas las recomendaciones emitidas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo – INSHT. NTP 839. Vibraciones mecánicas: evaluación del riesgo (42), donde se establecen acciones para cada caso particular, partiendo desde el valor que está debajo de aquel que da lugar a una acción, medidas específicas para el valor que está entre aquel que da lugar a una acción y el valor límite y finalmente las medidas que corrigen la exposición cuando el valor supera el límite permisible. Se tiene en cuenta que las recomendaciones deben relacionarse con las conclusiones, diferenciando para cada fuente generadora de valores por encima del límite, la respectiva conclusión.

6.3.6. *Controles*

Teniendo en cuenta los pasos anteriores y dependiendo de la intensidad de la exposición se aplicará la jerarquía de controles como se muestra en la tabla 19:

Tabla 19. Controles teniendo en cuenta la intensidad de la exposición

Intensidad de la exposición	Eliminación o Sustitución	Controles de ingeniería	Controles administrativos	Elementos de protección personal
Por debajo del nivel de acción (<1,9 m/seg ²)	No aplica		-Formación a los trabajadores sobre los efectos de la vibración -Formación de los trabajadores sobre el uso correcto de las herramientas vibrátiles -Inspección de herramientas -Mantenimiento de las herramientas	Guantes antivibración
Muy cerca del valor de acción (Entre 2 m/seg ² y 2,49 m/seg ²)	No aplica		-Formación a los trabajadores sobre los efectos de la vibración -Formación de los trabajadores sobre el uso correcto de las herramientas vibrátiles -Inspección de herramientas -Mantenimiento de las herramientas	Guantes antivibración
Igual al valor de acción (2,5 m/seg ²)	-Cambio de las herramientas por una con sistema antivibratorio	- Instalación de sistema de compensación del uso de las herramientas.	-Formación a los trabajadores sobre los efectos de la vibración -Formación de los trabajadores sobre el uso correcto de las herramientas vibrátiles -Inspección de herramientas -Mantenimiento de las herramientas	-Guantes antivibración
Por encima del valor de acción (Entre 2,51 m/seg ² y 4,49 m/seg ²)	-Cambio de las herramientas por una con sistema antivibratorio	- Instalación de sistema de compensación del uso de las herramientas.	-Formación a los trabajadores sobre los efectos de la vibración -Formación de los trabajadores sobre el uso correcto de las herramientas vibrátiles -Inspección de	-Guantes antivibración

			herramientas -Rotación de turnos en la jornada laboral. -Mantenimiento de las herramientas
Muy cerca del límite permisible (Entre 4,5 y 4,99)	-Cambio de las herramientas por una con sistema antivibratorio	- Instalación de sistema de compensación del uso de las herramientas.	-Formación a los trabajadores sobre los efectos de la vibración -Formación de los trabajadores sobre el uso correcto de las herramientas vibrátiles -Inspección de herramientas -Reducción de la jornada laboral -Rotación de puesto de trabajo -Limitar cantidad de trabajadores expuestos -Mantenimiento de las herramientas
Por encima del valor límite permisible (5m/seg ²)	-Cambio de las herramientas por una con sistema antivibratorio		-Formación a los trabajadores sobre los efectos de la vibración Formación de los trabajadores sobre el uso correcto de las herramientas vibrátiles -Inspección de herramientas -Reducción de la jornada laboral -Rotación de puesto de trabajo -Limitar cantidad de trabajadores expuestos -Mantenimiento de las herramientas

Fuente: Elaboración propia

6.4. *Protocolo de vigilancia de la salud*

El protocolo de vigilancia de la salud pretende, identificar signos y síntomas en la población expuesta a vibración mano-brazo y de esta manera prevenir la aparición de la enfermedad. Se compone de un **Anexo 8** denominado “**Formato de identificación de signos y síntomas asociados a la exposición a vibración mano-brazo**”, en el cual se hará confirmación por medio de pruebas y test específicos.

6.4.1. *Identificación de signos y síntomas por exposición a vibración mano- brazo.*

Esta guía, como primer paso a desarrollar para la vigilancia médica, tiene como fin realizar una observación y el reporte de la sintomatología generada por vibración la cual deberá realizar un médico y/o fisioterapeuta especialista en salud ocupacional, por medio de preguntas, observación y aplicación de test en el trabajador.

El desarrollo de la herramienta está basada en referencias, artículos indexados y guía de la OIT , en los que se indican que los efectos generados por exposición a vibración incluyen los **vasculares**, que incluyen principalmente el Fenómeno de Raynaud (40) que se caracteriza por episodios de dedos blancos o pálidos causados por oclusión espástica de las arterias digitales, trastornos **musculoesqueléticos** y **trastornos neurológicos**(20) que desencadenan una serie de cuadros como las parestesias u hormigueos en dedos y manos(36), que a exposición continua a niveles superiores al nivel de acción y valor límite permisible, una vez que se ha implantado la sintomatología, esta puede interferir en las actividades de la vida diaria de los trabajadores y en la capacidad de trabajo(37). Los **trastornos musculares** se caracterizan por una disminución de la fuerza de agarre de la mano (35) caracterizada por lesión directa de los nervios periféricos, como posibles factores etiológicos de los síntomas musculares. También se han comunicado otros trastornos relacionados con el trabajo en trabajadores expuestos a vibraciones, como tendinitis y tenosinovitis en las extremidades superiores, y contractura de Dupuytren, enfermedad del tejido facial de la palma de la mano. (38).

6.4.2. *Diligenciamiento de formato de identificación de signos y síntomas.*

El formato en mención, se compone de varias fases, las cuales, se describen a continuación:

1. Información general: Se indica la fecha, nit y nombre de la empresa en la que labora el trabajador. Además, se indica el tipo de examen (preocupacional, periódico o de retiro) y el nombre del profesional que realiza la valoración.
2. Información del trabajador: Se recopilan los datos personales del trabajador y variables sociodemográficas dentro de las que se encuentran la edad, sexo, estado civil y escolaridad además de las entidades de seguridad social a las que se encuentra afiliado el trabajador.
3. Información del puesto de trabajo actual: Apartado donde se recopilarán datos sobre cargo actual, turnos de trabajo, jornada laboral antigüedad en el cargo, descripción breve de la tarea, exposición a vibración, tipo de herramienta usada, tiempo aproximado de manipulación de la herramienta.
4. Antecedentes médicos: Se recopila información relacionada con los antecedentes médicos del trabajador.
5. Hábitos: Se pregunta al trabajador sobre sus hábitos de fumar y realización de actividad física.
6. Antecedentes médico laborales: Se pretende identificar si al trabajador le han diagnosticado alguna enfermedad laboral y el historial de los accidentes de trabajo junto con la lesión.
7. Historia laboral: Se recopila información relacionada los cargos ejercidos en empresas anteriores, fecha de ingreso y egreso, confirmación de exposición a vibración mano-brazo y tiempo de exposición.
8. Signos vitales: En esta sección se recopilan los datos correspondientes a los signos vitales del trabajador como tensión arterial, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura, entre otros.

9. Revisión por sistemas: En esta sección se documentan los síntomas osteomusculares, vasculares y neurológicos que refiere el trabajador.

- ☐ La sección de síntomas osteomusculares se compone de 6 preguntas, las cuales, permiten identificar dolor referido por el trabajador en algún segmento de los miembros superiores. La intensidad del dolor que indique el paciente se calificará de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 20. Intensidad del dolor

Intensidad	Descripción por el examinador en la realización de la actividad
Leve.	Sin dolor o mínimas molestias.
Moderada.	Dolor tolerable y puede realizar sin problema la mayoría de las actividades.
Severa.	Dolor tolerable y no puede realizar la mayoría de las actividades
Muy severa.	Dolor intolerable y no puede realizar de forma natural ninguna de las actividades.

Fuente: (72)

Para la aplicación de la tabla anterior se debe tener en cuenta que el nivel de exactitud es imposible de lograr clínicamente.

Se aclara que la pregunta 6 “en qué momento de turno de trabajo aparecen los síntomas” de esta sección aplica sólo para examen periódico.

- ☐ La sección de síntomas vasculares se compone de 3 preguntas.
- ☐ La sección de síntomas neurológicos se compone de 4 preguntas.

10. Examen físico: Esta sección se compone de una serie de signos clasificados por sistemas (osteomusculares, vasculares y neurológicos), los cuales, se comprobarán mediante una prueba específica o test. La siguiente tabla describe cada uno de las pruebas que se aplicarán:

Tabla 21. Signos para la vigilancia de la exposición a vibración mano brazo

Signo	Descripción
Test de Daniels (Valoración de la fuerza de agarre).	1-Pide al paciente que primero mueva el músculo que el examinador indique extendiendo o flexionando la articulación. 2-Colocar resistencia contra esa contracción muscular. 3-Comparar la fuerza de ambos lados. Con estas maniobras el examinador observará resistencia, fuerza y elasticidad de músculos flexores de la mano al trabajador, de forma rápida, objetiva se puede evaluar <u>fuerza de agarre</u>.
Maniobra de cozen (Tendinitis).	Posición para la prueba: El paciente permanece sentado en la camilla. El especialista debe estabilizar el codo mientras palpa el epicóndilo lateral. Acción de la prueba: Con el puño cerrado, el paciente extiende y desplaza radialmente el antebrazo y a continuación, empuja el puño contra la resistencia ejercida por el especialista. Resultado positivo: La aparición de dolor en la región del epicóndilo lateral del húmero o la debilidad muscular objetiva, como resultado de la expresión de incomodidad del paciente, pueden indicar la existencia de epicondilitis lateral. Con esta maniobra el examinador evaluará dolor, limitación en la articulación donde se insertan los músculos en la articulación del codo.
La maniobra de Finkelstein Tenosinovitis.	Consiste en provocar el dolor de forma selectiva al ejecutar un movimiento de desviación cubital de la muñeca con el pulgar en flexión completa y el resto de los dedos libres. Es positiva si el citado movimiento provoca o aumenta de forma significativa el dolor que sufre el paciente. Esta maniobra es útil para evaluar tenosivitis de forma objetiva y rápida ya que con pequeños movimientos se evaluará dolor en la vaina sinovial de la muñeca en el trabajador

Apertura y cierre de puño. Dolor a la maniobra de puño.	Con esta maniobra se puede observar si hay dolor al cierre del puño y evaluar de manera rápida y objetiva limitaciones en la fuerza para la maniobra de puño.
Maniobra Pinzas de agarre. Disminución de Motricidad fina.	Maniobra Pinzas de agarre.
Pérdida de coloración de los dedos. Test de Allen.	Maniobra que sirve para valorar la circulación colateral, con el fin de proteger la mano de una posible isquemia en caso de aparición de cualquier complicación. Consiste en la compresión simultánea de las arterias radial y cubital. Se libera la compresión cubital (manteniendo la compresión radial) y en 15 segundos debe restablecerse la circulación y el color de la mano, de no ocurrir esto el Test se considera positivo y no se debe puncionar la arteria radial, eligiendo otra arteria.
Sensibilidad a la vibración.	La sensibilidad vibratoria se valora mediante un diapasón de baja intensidad, de preferencia el de 128 Hz. Se sostiene el instrumento cerca de su base, y se activa golpeándolo contra el canto de la mano y se hace presión, siempre sobre una prominencia ósea. a. Preguntar al paciente si siente la vibración y cuando deja de sentirla. Si el explorador puede percibir la vibración cuando el paciente ya no la siente, ello indica pérdida sensitiva. b. Para hacer más objetiva la prueba, detener de forma ocasional el diapasón de forma prematura, para asegurarse de que el paciente responda con precisión. c. Debido a que con la edad es normal que disminuya el sentido vibratorio, buscar si hay asimetrías de derecha a izquierda. La pérdida sensitiva unilateral tiene mayor significado (la pérdida bilateral difusa también puede ser causada por poli neuropatía periférica).
Sensibilidad a la temperatura.	En la exploración de la temperatura se emplean tubos de ensayo llenos con agua caliente y fría.
Sensibilidad Táctil	La exploración de la sensibilidad táctil fina se emplea un algodón, y se indica al paciente que diga sí o no, cuando perciba la sensación o deje de hacerlo.

Fuente: (73)

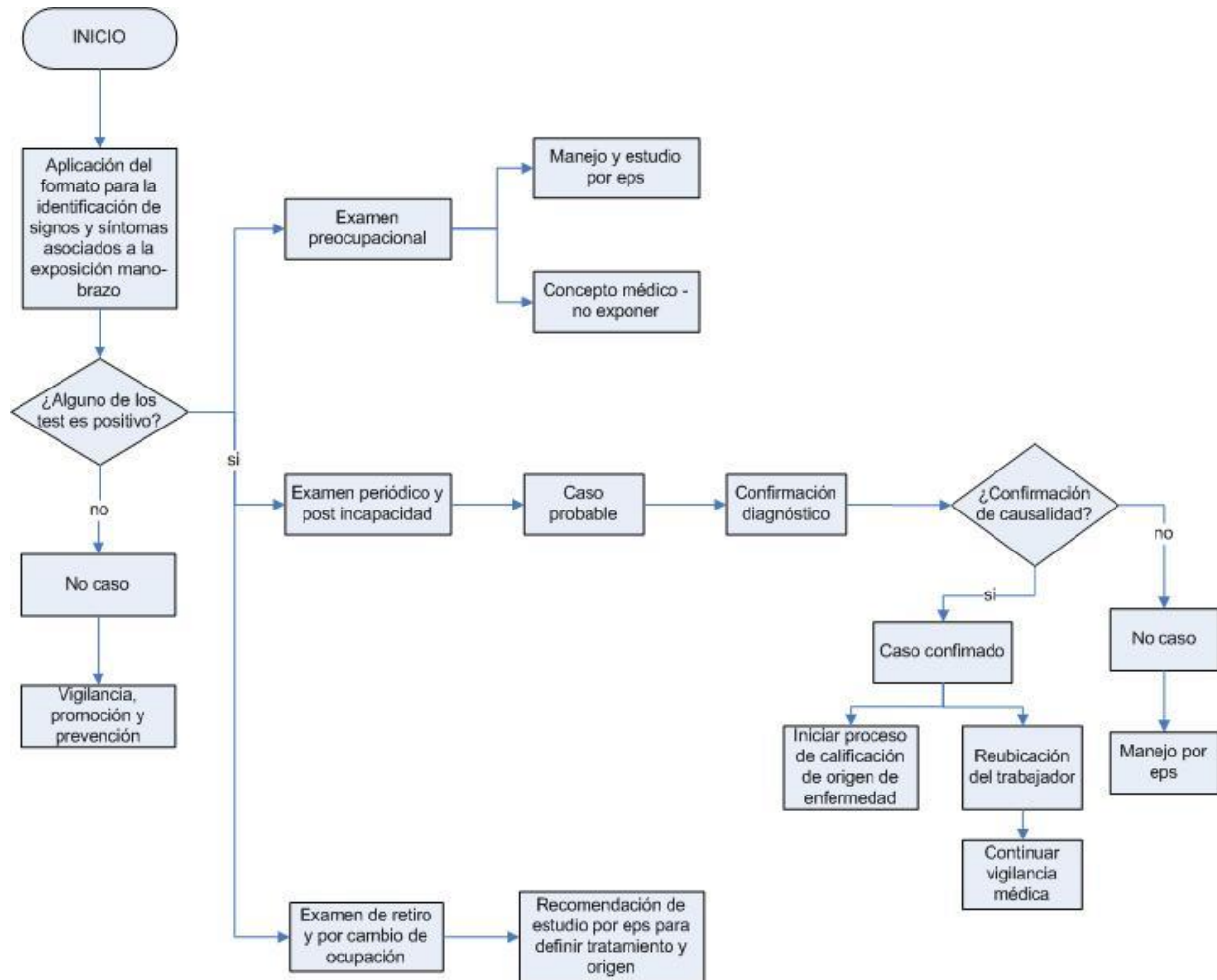
Para cada uno de los signos se hará la descripción de la ubicación anatómica del mismo, donde se deberá discriminar en brazo, codo, antebrazo, carpo ó muñeca, mano y dedos y el momento de aparición de los síntomas en el cual se empezaron a desarrollar.

6.4.3. *Diagrama de flujo de la vigilancia médica por exposición a vibración mano-brazo.*

El proceso de vigilancia médica debe iniciar una vez se determine que un trabajador va a estar expuesto a vibración mano-brazo. Es así que en el examen de ingreso se debe aplicar el formato de identificación de signos y síntomas asociados a la exposición a vibración mano-brazo con el respectivo examen físico.

En el examen periódico se aplicará nuevamente el formato de identificación de signos y síntomas y se deberá seguir una fase de clasificación de los trabajadores evaluados en: caso confirmado, caso probable y no caso, además de la aplicación de pruebas complementarias para la confirmación diagnóstica de sintomatología evaluada por medio de pruebas. Los procesos a seguir para la vigilancia médica desde el ingreso del trabajador así como la clasificación de casos se encuentran plasmados en la *figura 4. flujograma para la vigilancia médica por exposición a vibración mano brazo y seguimiento de casos.*

Figura 5. Flujograma para la vigilancia médica por exposición a vibración mano- brazo y seguimiento de casos.



Fuente: Elaboración propia

Examen preocupacional: La vigilancia de la salud se realizará desde que el trabajador ingresa a la empresa y va estar expuesto a vibración mano-brazo en su puesto de trabajo. Para esto se aplicará el formato de identificación de signos y síntomas asociados a la exposición a vibración mano-brazo de tal forma que se tenga la información completa de sus antecedentes médicos generales, laborales y de exposición a la vibración en empleos anteriores. Con la aplicación de los test de este formato se realizará una valoración de signos y síntomas que le permitirá al médico y fisioterapeuta ocupacional la identificación de un factor de riesgo asociado al trabajador y a sus exposiciones previas.

En caso de salir positivo en alguno de los test realizados, el trabajador se direccionará a la E.P.S para la confirmación o el desistimiento del diagnóstico. En ese escenario, el ingreso del trabajador quedará aplazado hasta tener las pruebas confirmatorias que permitirán dar un criterio de ingreso o exclusión a la exposición a vibración mano-brazo. Las pruebas sugeridas para confirmar el diagnóstico en el trabajador son las siguientes:

Tabla 22. Pruebas sugeridas para confirmar diagnósticos vasculares, neurológicos u osteomusculares

Clasificación del signo o síntoma según sistema	Prueba confirmatoria
Vascular	Doppler vascular, oscilometría.
Neurológico	Electromiografía, electroneurografía
Osteomuscular	Rayos x de la extremidad.

Fuente: (43)

Examen periódico: En los exámenes periódicos se aplicará nuevamente el formato de identificación de signos y síntomas al personal expuesto a vibración mano-brazo, con el fin de identificar posibles alteraciones de salud. En el caso en el que alguna de las pruebas sea positiva, el trabajador es clasificado como caso probable, por lo cual se realiza una revisión del puesto de trabajo y se direcciona a la EPS para la realización de las pruebas confirmatorias. Si dichas pruebas son positivas, el trabajador se clasifica como caso confirmado, para lo cual, se realizará una revisión exhaustiva del puesto de trabajo y la respectiva reubicación del trabajador. Si las pruebas confirmatorias aplicadas en la EPS son negativas, el trabajador sigue estando calificado como caso probable, por lo que se hará el reintegro del trabajador con restricciones médico laborales.

El examen periódico se aplicará de manera anual o cada seis meses dependiendo de la magnitud de la exposición a vibración mano-brazo del puesto de trabajo en el que se encuentre el trabajador.

Examen de retiro: En el caso en el que el trabajador se retire de la empresa, se aplicará nuevamente el formato de identificación de signos y síntomas independientemente de la magnitud y el tiempo de

exposición. Si al aplicar las pruebas se identifica algún problema, el trabajador es direccionado a la EPS y se termina el proceso.

Examen postincapacidad: De acuerdo al tipo de diagnóstico y número de días que generó la incapacidad, el médico definirá la pertinencia de la aplicación del formato de signos y síntomas asociados a la exposición a vibración mano-brazo.

Examen por cambio de ocupación: La Resolución 2346 de 2007 establece que el empleador tiene la responsabilidad de realizar evaluaciones médicas al trabajador cada vez que este cambie de ocupación y ello implique cambio de medio ambiente laboral, de funciones, tareas o exposición a nuevos factores de riesgo, en los que detecte un incremento de su magnitud, intensidad o frecuencia. (73)

Cuando se determine que un trabajador vaya a estar expuesto a vibración mano-brazo por cambio de puesto de trabajo, se aplicará el formato de identificación de signos y síntomas asociados a la exposición a vibración mano-brazo con el fin de establecer un inminente factor de riesgo en el trabajador.

6.4.4. Clasificación de no caso, caso probable y caso confirmado

El proceso de vigilancia médica a la exposición mano- brazo, debe realizarse desde el monitoreo del puesto de trabajo, es decir a partir de la exposición , donde una vez se ha realizado la aplicación de la lista de chequeo de identificación de factores de riesgo, el formato de inventario de actividades para realizar un priorización y la caracterización del ambiente de trabajo como las fuentes, procesos, controles existentes, tiempos de exposición, turno y elementos de protección personal, se obtiene una valoración cualitativa, por medio de la conformación de los grupos de exposición similar , que posteriormente permitirá la valoración cuantitativa, por medio de la medición tomando como referencia los valores límites permisibles. A partir de los resultados obtenidos se realizará el proceso de

vigilancia médica y con ello una posterior clasificación de no caso, caso probable y caso confirmado, respecto a la intensidad de la exposición, como se muestra en la tabla 22. Se considera entonces:

No caso: Se define como el trabajador no presenta una sintomatología derivada de la exposición a vibración , su test es negativo, y la magnitud de la exposición es controlada.

Caso probable: Trabajador que tiene un cuadro clínico o diagnóstico confirmado que pudiera estar relacionado con la exposición pero la asociación causal está pendiente por confirmar o por definir.

Caso Confirmado: Se define el cual el trabajador presenta sintomatología positiva , test de vibración positivo , se presenta una exposición demostrable a vibración, las pruebas de laboratorio son confirmatorias y hay una asociación causal entre enfermedad y exposición

Tabla 23. Clasificación de no casos, caso probable y caso confirmado respecto a la intensidad de la exposición:

Intensidad de la exposición	No enfermos	Enfermos
Por debajo del nivel de acción (Entre 0,1m/seg ² y 1,9 m/seg ²)	No caso	Probable o confirmado
Muy cerca del valor de acción (Entre 2 m/seg ² y 2,49 m/seg ²)	No caso	Probable o confirmado
Igual al valor de acción (2,5 m/seg ²)	No caso	Probable o confirmado
Por encima del valor de acción (Entre 2,51 m/seg ² y 4,49 m/seg ²)	No caso	Probable o confirmado
Muy cerca del valor límite permisible (Entre 4,5 y 4,99	No caso	Probable o confirmado
Por encima del valor límite permisible (5m/seg ²)	No caso	Probable o confirmado

Fuente: Elaboración propia

En cualquier intensidad de exposición, si el trabajador no presenta sintomatología osteomuscular, vascular o neurológica será clasificado como no caso. Por el contrario, si presenta alguna de la

sintomatología mencionada, será clasificado como caso probable y la confirmación como caso se realizará una vez se verifique relación causal entre exposición y efecto.

Dependiendo de la intensidad de la exposición se definirá la frecuencia de aplicación del formato de identificación de signos y síntomas asociados a la exposición a vibración mano-brazo y la frecuencia de realización del examen médico periódico. En la tabla 24 se puede apreciar esta información:

Tabla 24. Frecuencia de evaluación de signos y síntomas de exposición a vibración mano-brazo y examen médico periódico de acuerdo a la intensidad de la exposición

Intensidad de la exposición	Frecuencia de evaluación de signos y síntomas de exposición a vibración mano-brazo	Frecuencia de examen periódico
Por debajo del nivel de acción (Entre $0,1 \text{ m/seg}^2$ y $1,9 \text{ m/seg}^2$)	Cada 2 años o antes según sintomatología	Examen médico periódico anual
Muy cerca del valor de acción (Entre 2 m/seg^2 y $2,49 \text{ m/seg}^2$)	Cada 2 años o antes según sintomatología	Examen médico periódico anual
Igual al valor de acción ($2,5 \text{ m/seg}^2$)	Cada año o antes según sintomatología	Examen médico periódico anual
Por encima del valor de acción (Entre $2,51 \text{ m/seg}^2$ y $4,49 \text{ m/seg}^2$)	Cada año o antes según sintomatología	Examen médico periódico anual
Muy cerca del valor límite permisible (Entre 4,5 y 4,99)	Cada 6 meses o antes según sintomatología	Examen médico periódico cada 6 meses
Por encima del valor límite permisible (5 m/seg^2)	Cada 6 meses o antes según sintomatología	Examen médico periódico cada 6 meses

Fuente: Elaboración propia

6.4.5. Acciones en salud

En este segmento se referirán las acciones en salud a llevar a cabo una vez se han determinado a un trabajador como caso confirmado, probable y no caso.

No caso: Los trabajadores clasificados como “no caso” continuarán la aplicación de los controles definidos anteriormente y la vigilancia a través de la aplicación del formato de identificación de signos y síntomas y evaluación médica periódica de manera anual.

Las acciones en salud para los “no caso” se basarán en actividades de prevención primaria tales como educación al trabajador, promoción de hábitos de vida saludable, detección y modificación del factor de riesgo y otras medidas preventivas (13).

Caso probable: Los trabajadores clasificados como “caso probable” serán remitidos a la EPS para la realización de pruebas que confirmen el diagnóstico o para recibir tratamiento del diagnóstico confirmado; las pruebas sugeridas se describen en la tabla 22 expuesta anteriormente.

La vigilancia de la salud se realizará a través de la aplicación del formato de identificación de signos y síntomas y examen médico periódico cada 6 meses.

Las acciones en salud para los “casos probables” se basarán en actividades de prevención secundaria tales como la detección precoz y el tratamiento oportuno, tamizaje y búsqueda de casos, realización de consultas clínicas de evaluación y mantenimiento de la salud (13).

La definición de la asociación causal es la que permitirá determinar si el caso probable pasa a ser caso confirmado o no caso.

Caso confirmado: Es aquel en el que se ha logrado establecer la asociación causal entre el cuadro clínico y la exposición.

Las acciones en salud para un caso confirmado son:

1. Suspender la exposición.
2. Iniciar el proceso de calificación de origen de enfermedad.
3. Garantizar el acceso del trabajador a las prestaciones asistenciales y económicas.

4. Vigilar el cumplimiento de las recomendaciones médicas en el sitio de trabajo.
5. Continuar la vigilancia de la salud aún después de haber cesado la exposición procurando la remisión del cuadro clínico.

Así mismo, para un caso confirmado se debe garantizar el proceso de rehabilitación, el cual, consta de cuatro etapas descritas en el manual de rehabilitación y reincorporación laboral, que son:

Valoración médica con médico general por la E.P.S, proceso de terapias asignadas, valoración con especialistas (ortopedia, fisioterapia, Psicología de ser necesario) realizar la mejoría médica máxima y posteriormente realizar la valoración médica laboral para establecer las restricciones, modificaciones de las actividades a realizar. Por último considerar si se requiere la reubicación del puesto de trabajo o por el contrario si el caso de la rehabilitación sea positivo se debe establecer (74):

- 1- Reintegro laboral con modificaciones.
- 2- reintegro laboral sin modificaciones.
- 3- Reubicación temporal.
- 4- Reubicación definitiva.
- 5- Reconversión de mano de obra.

Para llevar a cabo ese proceso se requiere del desarrollo de 4 etapas, expuestos en el Manual de rehabilitación y reincorporación laboral (74):

1-Identificación de los casos para ingresar en el programa de rehabilitación: Se debe incluir a todo trabajador que presente alteraciones derivadas de sintomatología causadas por exposición a vibración mano, brazo y que le impidan realizar en su totalidad las actividades laborales.

2. Evaluación del caso: En esta fase se debe empezar por dos componentes de diagnóstico; diagnóstico de condiciones de salud , realizado a partir de la aplicación del formato de identificación de

signos y síntomas, con la posterior confirmación de la sintomatología por medio de pruebas de laboratorio y el diagnóstico de condiciones de trabajo, determinando la magnitud de la exposición. Secundario a esto se deberá realizar el pronóstico funcional del segmento afectado de miembro superior. Posteriormente, se debe diseñar el plan de rehabilitación específico a nivel de rehabilitación funcional, profesional y social del trabajador, definiendo las actividades necesarias, ya sea de readaptación o reinserción laboral.

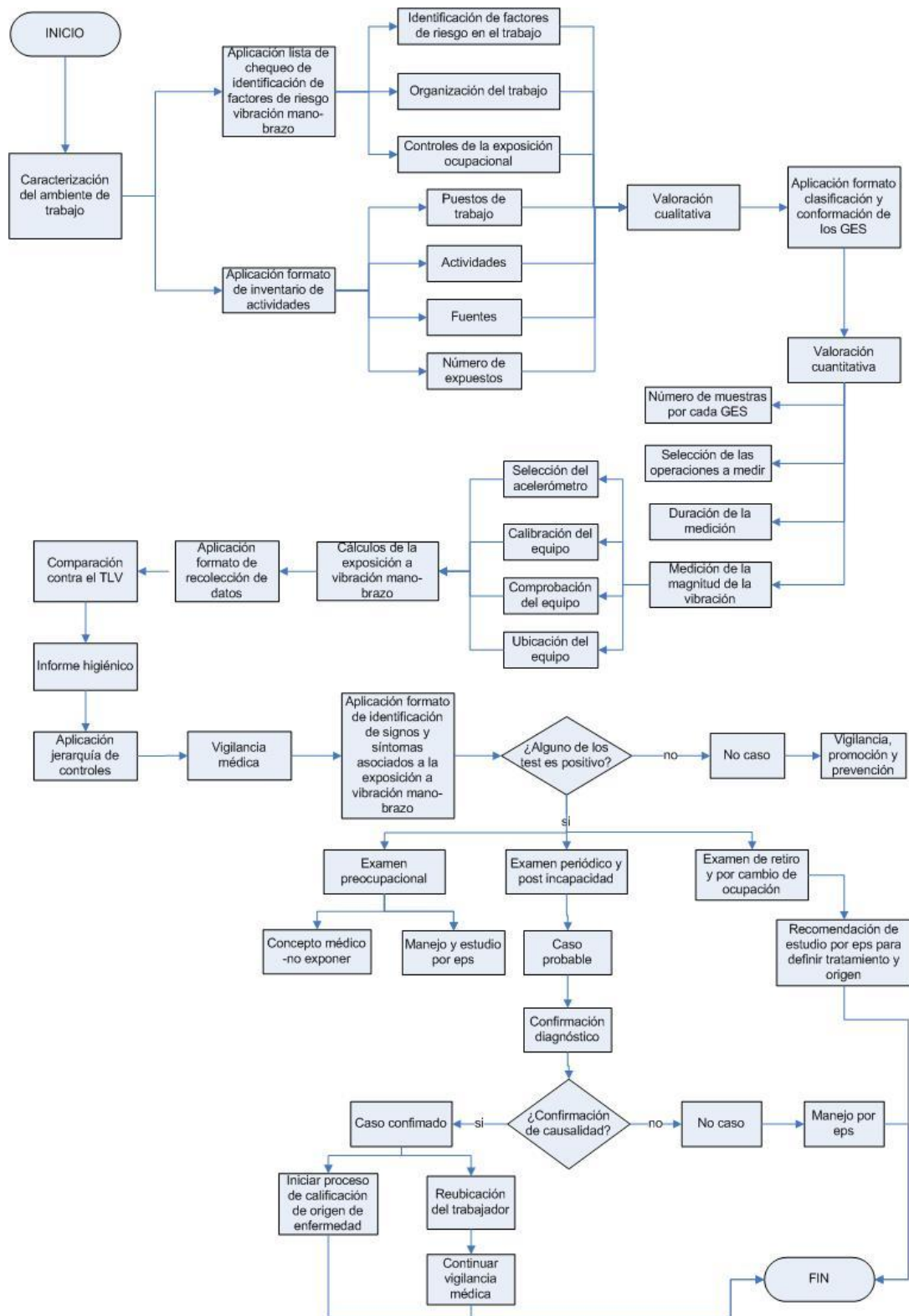
3. Manejo de la rehabilitación integral: En esta fase, se deberán plantear las medidas de rehabilitación funcional por medio de un programa terapéutico dirigido a obtener la máxima funcionalidad del segmento en conjunto con el equipo de salud asignado.

4. Retroalimentación del sistema: Esta fase consiste en la sistematización de la información de las actividades de seguimiento que se realizaron al trabajador que se reintegro. Recomienda además verificación de los resultados y logro de los objetivos de los procesos individuales en el trabajador y la empresa.

6.5. *Herramienta informática*

El monitoreo de la exposición ocupacional a vibración mano-brazo se compone de dos etapas que son la vigilancia del ambiente de trabajo y la vigilancia de la salud. Dichas etapas fueron desarrolladas en los capítulos 6.3 y 6.4 de este documento. La figura 6 ilustra el diagrama de flujo que contempla todas las actividades que deben ser tenidas en cuenta para llevar a cabo estados dos fases, y el **anexo9: Herramienta informática.**

Figura 6: Diagrama de flujo vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo



Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados de los protocolos de vigilancia del ambiente de trabajo y de la salud, se desarrolló una herramienta informática en el programa Microsoft Excel, con el fin de integrar todos los instrumentos necesarios para implementar el modelo de vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo.

Esta herramienta está diseñada para ser aplicada por un profesional especialista en seguridad y salud en el trabajo con conocimientos en higiene industrial, un médico especialista en seguridad y salud en el trabajo y una fisioterapeuta especialista en seguridad y salud en el trabajo.

La herramienta consta de una página principal que evidencia la justificación del por qué aplicar el modelo propuesto; en esta página se encuentra el botón de inicio tal y como se muestra en la figura 7:

Figura 7: Página principal herramienta informática

HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA VIGILANCIA DEL AMBIENTE DE TRABAJO Y LA SALUD POR EXPOSICIÓN A VIBRACIÓN MANO-BRAZO

Las actividades que generan exposición a vibración son fácilmente detectables en los lugares de trabajo y muy pocas veces generan daños inmediatos para la salud y enfermedades laborales mortales, por lo que su vigilancia puede no representar tanta relevancia; sin embargo, la exposición prolongada a este agente físico puede generar efectos crónicos en la salud del trabajador, los cuales, tienden a manifestarse a largo plazo. La vibración mano-brazo daña la percepción subjetiva, la coordinación de la motricidad fina y la capacidad de rendimiento. En caso de exposición por muchos años, pueden provocar además trastornos de irrigación sanguínea, trastornos de nervios, alteración de músculos y daños en huesos y articulaciones. Así mismo, largas exposiciones a las vibraciones pueden ocasionar trastornos de irrigación sanguínea en los dedos.

Entre los efectos atribuibles a la exposición a vibración mano-brazo están los agudos, correspondientes al malestar subjetivo, que resulta del estímulo vibratorio aún sin pasar el umbral permitido, además de causar un aumento temporal de los umbrales vibrotáctiles debido a una depresión de la excitabilidad de los mecanorreceptores de la piel.

Los trastornos vasculares, incluyen principalmente el Fenómeno de Raynaud que se caracteriza por episodios de dedos blancos. Los ataques suelen desencadenarse por el frío acompañado de exposición a vibración y duran de 5 a 30 o 40 minutos, produciéndose pérdida completa de sensibilidad táctil.

Esta herramienta informática suministra a los encargados de seguridad y salud en el trabajo de las empresas el paso a paso de las actividades que deben realizar para la vigilancia del ambiente de trabajo y la salud en los trabajadores expuestos a vibración mano-brazo.

Inicio

Fuente: Elaboración propia

El botón de inicio mostrado en la ventana principal dirige al usuario de la herramienta al formulario de los datos básicos de la empresa tal y como se muestra en la figura 8:

Figura 8: Pantalla de datos básicos de la empresa de la herramienta informática

HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA VIGILANCIA DEL AMBIENTE DE TRABAJO Y LA SALUD POR EXPOSICIÓN A VIBRACIÓN MANO-BRAZO

DATOS BÁSICOS DE LA EMPRESA

Diligenciar

Menú

Nombre de la Empresa:	
Nit Empresa:	
Sector Económico:	

CIUU:	
Clasificación del tamaño:	
Dirección:	
Representante Legal:	
Responsable SST:	
Correo Electrónico:	
Teléfono:	

Fuente: Elaboración propia

El botón diligenciar despliega un formulario que permite al usuario de la herramienta rellenar los datos básicos de la empresa y guardarlos tal y como se muestra en la figura 9:

Figura 9: Formulario información de la empresa

INFORMACIÓN DE LA EMPRESA
×

Nombre de la Empresa:

Nit Empresa:

Sector Económico:

CIUU:

Clasificación del tamaño:

Dirección:

Representante Legal:

Responsable SST:

Correo Electrónico:

Teléfono:

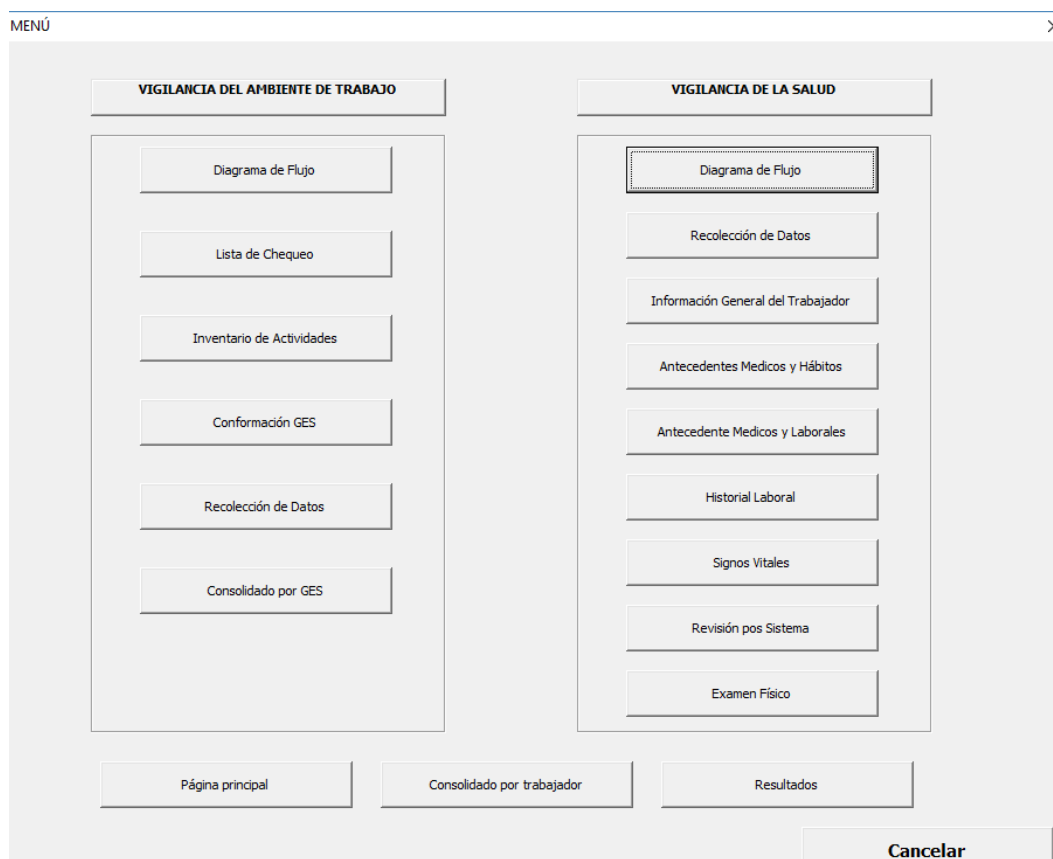
Guardar

Cancelar

Fuente: Elaboración propia

El botón de menú dirige al usuario de la herramienta a las opciones de vigilancia del ambiente de trabajo y vigilancia de la salud tal y como se muestra en la figura 10:

Figura 10: Menú herramienta informática



Fuente: Elaboración propia

6.5.1. Menú vigilancia del ambiente de trabajo

Este menú consta de 6 opciones que son diagrama de flujo, lista de chequeo, formato de inventario de actividades, conformación de los GES, recolección de datos y consolidado por GES. La opción diagrama de flujo contiene el esquema que fue presentado en el capítulo 6.3 de este documento, correspondiente a vigilancia del ambiente de trabajo. Las opciones lista de chequeo y formato de inventario de actividades corresponden a los formatos desarrollados en el capítulo 6.1. Para capturar los datos del inventario de actividades se desarrolló el formulario que se muestra en la figura 11:

Figura 11: Formulario para captura de información de inventario de actividades

Fuente: Elaboración propia

A través de este formulario se almacenan los datos de las actividades que generan vibración mano-brazo en una hoja de Excel.

La siguiente opción conformación de los GES corresponde al formato desarrollado en el capítulo 6.3.2. para clasificar a cada uno de los trabajadores en un grupo de exposición similar. Para la captura de esta información se empleará el formulario que se muestra en la figura 12:

Figura 12: Formulario para clasificación y conformación de los grupos de exposición similar

Fuente: Elaboración propia

Mediante este formulario también se almacenarán los datos en una hoja de Excel. Esta información posteriormente es cruzada con la historia clínica del trabajador en la opción consolidado por trabajador.

La opción número 5 corresponde a la recolección de datos. Para la captura de esta información también se utilizará un formulario, el cual, se muestra en la figura 13:

Figura 13: Formulario para recolección de datos de la medición en campo

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE EXPOSICIÓN A VIBRACIÓN MANO-BRAZO

CÓDIGO DEL GES:

NOMBRE DEL GES:

INSTRUCCIONES DE USO

FUENTE		ahwx (m/seg ²)		ahwy (m/seg ²)		ahwz (m/seg ²)		TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)	
FUENTE		ahwx (m/seg ²)		ahwy (m/seg ²)		ahwz (m/seg ²)		TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)	
FUENTE		ahwx (m/seg ²)		ahwy (m/seg ²)		ahwz (m/seg ²)		TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)	
FUENTE		ahwx (m/seg ²)		ahwy (m/seg ²)		ahwz (m/seg ²)		TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)	
FUENTE		ahwx (m/seg ²)		ahwy (m/seg ²)		ahwz (m/seg ²)		TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)	
FUENTE		ahwx (m/seg ²)		ahwy (m/seg ²)		ahwz (m/seg ²)		TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)	
FUENTE		ahwx (m/seg ²)		ahwy (m/seg ²)		ahwz (m/seg ²)		TIEMPO DE EXPOSICIÓN (horas)	

Analizar y Guardar Cancelar

Fuente: Elaboración propia

El anterior formulario corresponde a la misma información que se registra en el **Anexo 7** denominado **“Formato de recolección de datos de exposición a vibración mano-brazo”**. Al seleccionar la opción instrucciones de uso, se despliega una ventana que muestra los pasos para el uso del formulario y al seleccionar la opción analizar y guardar se visualiza una ventana con el resultado de la exposición diaria A(8) y su interpretación. Los datos quedan almacenados en una hoja de Excel.

La última opción de la fase de vigilancia del ambiente de trabajo corresponde a consolidado GES, mediante la cual, es posible visualizar el resultado de la exposición diaria A(8) promedio de cada uno

de los GES con su respectiva interpretación. En la figura 14 se evidencia un ejemplo de cómo se observa la información del consolidado por GES.

Figura 14: Ejemplo de consolidado por GES

CONSOLIDADO POR GES				
CODIGO GES	NOMBRE GES	EXPOSICIÓN DIARIA A(8) (m/seg ²)	INTERPRETACIÓN	PUESTO DE TRABAJO
TER001	TERMINACIÓN	7,58258873	PELIGRO: La exposición está por encima del valor límite permisible	Terminador

CÓDIGO GES

CON001

TER001

456

1234

2244

3214

4561

7894

Fuente: Elaboración propia

6.5.2. Menú vigilancia de la salud

Este menú consta de 9 opciones que son diagrama de flujo, recolección de datos, información general del trabajador, antecedentes médicos y hábitos, antecedentes médico laborales, historia laboral, signos vitales, revisión por sistemas y examen físico. El botón diagrama de flujo dirige al usuario de la herramienta a una hoja de Excel que contiene el flujograma propuesto en el capítulo 6.4., correspondiente a vigilancia de la salud.

El botón recolección de datos permite al usuario de la herramienta capturar la misma información correspondiente al **Anexo 8** denominado “**Formato de identificación de signos y síntomas asociados a la exposición a vibración mano-brazo**”, para lo cual, se utilizan formularios como se muestra en las siguientes figuras:

Figura 15: Formulario de captura de información general del trabajador

Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Formulario para antecedentes médicos y hábitos

Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Formulario para antecedentes médico laborales

ANTECEDENTES MÉDICO LABORALES

ANTECEDENTES MÉDICO LABORALES

DÍA ¿HA TENIDO ACCIDENTES DE TRABAJO?

MES

AÑO

DOCUMENTO DE IDENTIDAD

NOMBRES Y APELLIDOS

¿LE HAN DIAGNOSTICADO ALGUNA ENFERMEDAD LABORAL?

¿CUÁL?

DÍA

MES

AÑO

DÍA

MES

AÑO

LESIÓN

DÍA

MES

AÑO

LESIÓN

DÍA

MES

AÑO

LESIÓN

Guardar

Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Formulario para historia laboral

HISTORIA LABORAL

HISTORIA LABORAL

DÍA DOCUMENTO DE IDENTIDAD

MES NOMBRES Y APELLIDOS

AÑO

EMPRESA

CARGO

¿EXPUESTO A VIBRACIÓN MANO-BRAZO?

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (HORAS)

INGRESO

SALIDA

EMPRESA

CARGO

¿EXPUESTO A VIBRACIÓN MANO-BRAZO?

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (HORAS)

INGRESO

SALIDA

EMPRESA

CARGO

¿EXPUESTO A VIBRACIÓN MANO-BRAZO?

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (HORAS)

INGRESO

SALIDA

EMPRESA

CARGO

¿EXPUESTO A VIBRACIÓN MANO-BRAZO?

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (HORAS)

INGRESO

SALIDA

Guardar

Fuente: Elaboración propia

Figura 19: Formulario para signos vitales

SIGNOS VITALES

DÍA		TENSIÓN ARTERIAL		PESO	
MES		FRECUENCIA CARDÍACA		TALLA	
AÑO		FRECUENCIA RESPIRATORIA		SATURACIÓN DE OXÍGENO	
DOCUMENTO DE IDENTIDAD		TEMPERATURA			
NOMBRES Y APELLIDOS					

Guardar

Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Formulario para revisión por sistemas

REVISIÓN POR SISTEMAS

DÍA	MES	AÑO	REVISIÓN POR SISTEMAS		
			DOCUMENTO DE IDENTIDAD	NOMBRES Y APELLIDOS	TIPO DE VALORACIÓN

	¿Ha sentido dolor en alguno de estos segmentos en los últimos 12 meses?	Defina la intensidad del dolor	¿Con que actividades aumenta el dolor?	¿Con qué actividades disminuye el dolor?
D E R E C H O	Hombro			
	Brazo			
	Codo			
	Antebrazo			
	Carpo			
	Mano-dedos			
I Z Q U I E R D O	Hombro			
	Brazo			
	Codo			
	Antebrazo			
	Carpo			
	Mano-dedos			

¿Ha sentido debilidad muscular en algún segmento del miembro superior?

¿En qué momento del turno de trabajo aparece los síntomas?

VASCULAR

¿Ha sentido cambios en la temperatura corporal de la mano con el uso de alguna herramienta?

¿Ha sentido adormecimiento en algún segmento del miembro superior?

¿Ha sentido dolor en algún segmento del miembro superior con la exposición al frío?

NEUROLÓGICO

¿Ha sentido hormigueo en las manos en los últimos 12 meses?

¿Siente que ha perdido sensibilidad a diferentes texturas en los últimos 6 meses?

¿Ha sentido temblor en los miembros superiores por el uso de herramientas en el trabajo?

¿Ha sentido pérdida de la fuerza en los miembros superiores en los últimos 12 meses?

¿Cuáles?:

¿Cuáles?:

Guardar

Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Formulario para examen físico

EXAMEN FÍSICO					
DÍA	MES	AÑO	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	NOMBRES Y APELLIDOS	TIPO DE VALORACIÓN
Signo	Test / Prueba a aplicar	Resultado del test	Ubicación anatómica	Fecha de Aparición	Observaciones
O S T E O M U S C U L O	Disminución de la fuerza muscular (músculos flexores)	Escala de Daniels			
	Disminución de la motricidad fina	Pinza manual			
	Tenosinovitis (Mano-Brazo)	Test de filkenstein			
	Dolor al realizar la maniobra de puño	Apertura y cierre de puño			
	Retracción de aponeurosis palmar superficial	Visualización			
	Tendinitis. (Mano-Brazo)	Test de cozen			
V A S C U L A R	Pérdida de la coloración de los dedos, la digitopresión	Test de allen			
	Necrosis. (Distal mano).	Visualización			
N E U R O L O G Í	Pérdida de la sensibilidad a Vibración	Sensibilidad a la vibración			
	Pérdida de la sensibilidad a la sensibilidad táctil.	Test de sensibilidad táctil			
	Pérdida de la sensibilidad a la temperatura.	Test de sensibilidad temperatura			

Clasificación de caso: **Guardar**

Fuente: Elaboración propia

La información suministrada en los anteriores formularios es almacenada en bases de datos por separado, con el fin de facilitar el análisis de la información. Desde el menú principal es posible acceder a cada una de estas bases de datos en las opciones de vigilancia de la salud (Información general del trabajador, antecedentes médicos y hábitos, antecedentes médico laborales, historia laboral, signos vitales, revisión por sistemas y examen físico).

Tal y como se observa en la figura 21, al finalizar el diligenciamiento de estos formularios es posible que el profesional de la salud que esté aplicando el examen rellene la opción clasificación de caso, el cual tiene tres opciones que son no caso, caso probable y caso confirmado, dependiendo de los resultados obtenidos.

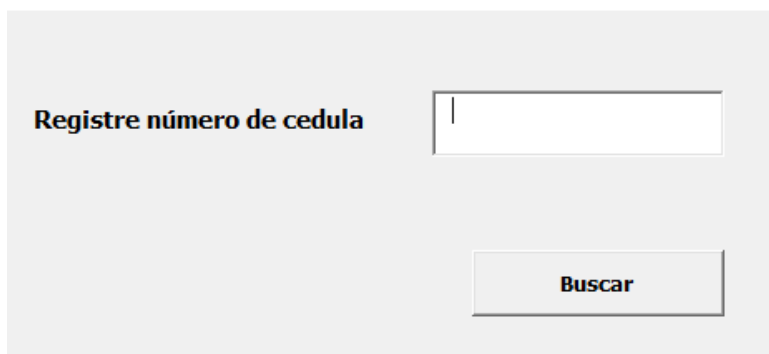
6.5.3. Consolidado por trabajador

Al finalizar la aplicación de todos los formularios mencionados anteriormente, esta herramienta informática permitirá al usuario realizar una comparación entre los resultados de la vigilancia del

ambiente de trabajo y vigilancia de la salud de cada trabajador de manera individual, esto con el fin de poder identificar si existe relación entre los signos y síntomas referidos por el trabajador y la exposición a vibración mano-brazo presente en el puesto de trabajo.

Para usar este botón el usuario de la herramienta tendrá que diligenciar el número de la cédula del trabajador en la ventana que se muestra en la figura 22:

Figura 22: Ventana para acceder al consolidado por trabajador

La imagen muestra una interfaz de usuario con un fondo gris. A la izquierda, el texto "Registre número de cedula" está en negrita. A la derecha de este texto hay un campo de entrada rectangular blanco con un cursor de texto. Debajo del campo de entrada, centrado, hay un botón rectangular con el texto "Buscar" en negrita.

Fuente: Elaboración propia

Automáticamente la herramienta busca los datos del trabajador y dirige al usuario una página en la que se encuentra consolidada la siguiente información: Datos del trabajador, resultados de la valoración cualitativa, resultados valoración cuantitativa, resultados de los antecedentes médico laborales y examen físico.

6.5.4. Resultados

El botón de resultados de la herramienta informática permite al usuario acceder a una tabla dinámica en la que se cruzan los resultados de las variables clasificación de caso e intensidad de la exposición. Esto permite priorizar y determinar quiénes son los trabajadores que deben ser intervenidos de manera prioritaria.

En la figura 23 se muestra un ejemplo de los resultados que se pueden evidenciar en la herramienta:

Figura 23: Ejemplo de resultados de la herramienta

RESULTADOS

INTENSIDAD DE LA EXPOSICIÓN	CLASIFICACIÓN DE CASO			Total
	No caso	Probable	Caso confirmado	
ADVERTENCIA: La exposición está por encima del valor de acción (Entre 2,51 m/seg ² y 4,49 m/seg ²)	1		1	2
PELIGRO: La exposición está por encima del valor límite permisible (5m/seg ²)		1	1	2
Total	1	1	2	4

Fuente: Elaboración propia

Con el uso de la herramienta informática desarrollada en este objetivo, es posible consolidar de una manera práctica la información relacionada con los trabajadores expuestos a vibración mano-brazo no sólo de empresas del sector automotor sino de cualquier sector.

7. Discusión

Las investigaciones realizadas presentan un enfoque hacia la evaluación de magnitud de la exposición. En el estudio de Brocal (29) se propone una serie de metodologías para determinar el nivel de riesgo emergente por la exposición a vibración mano brazo; sin embargo, el estudio concluye que al analizar la pertinencia de aplicación de este se da un panorama de valoración cuantitativa del riesgo más no una metodología de vigilancia de la exposición. Este mismo autor (31) propone un modelo de valoración de la magnitud de la exposición a vibración con enfoque hacia el ambiente de trabajo, de manera cuantitativa, donde no se plantea integración de parámetros atribuibles de vigilancia, con una previa identificación de factores de riesgo, que resulten en facilitar la toma de decisiones respecto al control del peligro, al ver la posible relación causal con el efecto. En este sentido, este trabajo aporta un kit de herramientas novedosas que facilitan la comprensión de las circunstancias de exposición y por ende, la vigilancia del ambiente de trabajo.

Los vacíos normativos respecto a la vigilancia de la exposición a vibración limitan la investigación de la temática, pues no se genera una preocupación evidente en las entidades reguladoras por establecer un marco para la gestión y el control de los riesgos que se generan con esta exposición y cuyos efectos en salud tienen periodos de latencia larga y aun cuando la legislación internacional reporta regulación concerniente al agente (56) España por ejemplo; que ratifica la Directiva 2002/44/CE publicada por el Parlamento Europeo y del Consejo por medio del Real Decreto 1311 de 2005, que estipula el compromiso del empleador a garantizar que los trabajadores que estén expuestos a vibración tengan condiciones seguras de trabajo y exista una normatividad que tenga establecidos los valores límites permisibles para 8 horas en 5m/s^2 . Por otra parte en la normatividad de Reino Unido se encuentra el instrumento estatutario 2005 No. 1093, llamado reglamento de control de vibraciones en el trabajo 2005, cuyo propósito es proteger a los trabajadores de los riesgos para la salud por los efectos de la

vibración. Sin embargo no se evidencia literatura que abarque un protocolo que integre los componentes esenciales para llevar a cabo medidas efectivas en cuanto a acciones en salud y controles en el ambiente de trabajo.

El ambiente de trabajo es el eje que se encuentra ampliamente referenciado en cuanto a los parámetros que deben ser cuantificados en la medición del agente, no a manera de caracterización de los factores ambientales para saber las circunstancias bajo las cuales están expuestos los trabajadores, pero si al conocimiento de los valores de las variables cuantificables de la vibración mano-brazo. Para este respecto; Mohamed (32) referencia una metodología de evaluación, en la que estableció realizar una identificación de las máquinas utilizadas en la jornada laboral en cuestión, determinar el valor de emisión de vibración declarado por el fabricante, determinar la duración de la exposición (T), calcular la exposición diaria a vibración A (8) y evaluar la exposición diaria a la vibración, lo que concuerda con el protocolo construido en el presente estudio; en donde además de estructurar un apartado de evaluación cuantitativa de la exposición se desarrolló una herramienta de cálculo de la intensidad de la vibración por diferentes fuentes.

La aplicación de un protocolo que además de brindar resultados en cuanto a la caracterización cuantitativa, permita verificar criterios de causalidad, es decir relación de ambiente de trabajo y condiciones de salud, generaría un impacto positivo para la gestión del riesgo que emerge de la exposición a agentes físicos cuyos resultados son enfermedades de periodos de latencia largos y que, aunque no resultan en lesiones agudas o súbitas, si llevarán a enfermedades progresivas(40). Lo anterior concuerda con lo referido por Vihlborg (41) en cuyo estudio al verificar la asociación entre vibración transmitida mano- brazo y la sintomatología de miembro superior, en una empresa de mecánica automotriz, concluyó que el 21% de los empleados refirió tener problemas relacionados con la vibración, información recolectada a partir del diligenciamiento de un cuestionario de

sintomatología referida, se evidencia entonces que las alternativas de recolección de datos propuestas por Vihlborg están en concordancia con la herramienta construida en esta investigación. En adición el autor sugiere la realización de vigilancia periódica para detectar daño por síndrome de vibración mano-brazo, parámetro establecido en las acciones en salud del presente estudio.

Los hallazgos de la investigación realizada, respecto a los vacíos de literatura reportada se ajustan a los encontrados en las investigaciones consultadas Brocal (29), (31) y Mohamed(32) y a las conclusiones de estas y reflejan la necesidad de hacer vigilancia de la exposición integrando el ambiente de trabajo y las condiciones de salud y no solamente un estudio de cuantificación de la misma (29).

Para la integración de los componentes de la vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo, se requiere de una herramienta que permita conectar los ejes principales dando como resultado un panorama que brinde pautas necesarias para la efectividad en el establecimiento de controles. Este trabajo de investigación agregó valor en este sentido; puesto que en la literatura reportada además de no brindar una guía de vigilancia a la exposición que incluya los componentes mencionados no se refiere una manera práctica de interpretación e integración de estos. Como sugiere LaMontagne (26), la implementación de un sistema que permita la integración de la información que resulte de dicho proceso, respondería mejor a las necesidades del lugar de trabajo o de la organización, respecto a la gestión del riesgo, teniendo claridad de los aspectos a controlar contribuyendo a mejorar la salud y seguridad en el trabajo.

8. Conclusiones

A lo largo de esta investigación para el desarrollo de un sistema de vigilancia de la exposición ocupacional a vibración mano- brazo en los trabajadores en el sector automotor, se concluye frente al desarrollo de los objetivos propuestos:

1. Los factores de riesgo asociados a la exposición ocupacional a vibración son: el tiempo de exposición, la magnitud de la exposición, las condiciones del trabajo, los controles en las fuentes de vibración y la susceptibilidad para esta enfermedad que es individual en cada trabajador.

Para identificar estos factores de riesgo se desarrollaron herramientas de trabajo tales como: una lista de chequeo para la identificación de los factores de riesgo, formato de inventario de actividades, formato de conformación de GES, que permiten recolectar información real y actualizada del proceso de trabajo y de las circunstancias de la exposición que ayuden a mitigar los efectos de la vibración en los trabajadores.

2. La vigilancia del ambiente de trabajo es un pilar fundamental para identificar el peligro y evaluar el riesgo derivado de la exposición a vibración mano brazo. Para esto se desarrolló una lista de chequeo de factores de riesgo la cual, se deberá aplicar por puesto de trabajo y actividad con el fin de obtener un esquema de priorización. Posteriormente construyeron grupos en categorías de riesgo por exposición ambiental (GRUPOS DE EXPOSICIÓN GES) con el fin de determinar la frecuencia del desarrollo de la tarea, herramientas utilizadas, desarrollo de la actividad para que de esta manera se planteen en las empresas directrices que estimulen la prevención, detección y control de modo que con los resultados de la evaluación de riesgos se decida realizar actividades de reducción, de dichos factores de riesgo al nivel más bajo posible.

3. En cuanto a los requisitos legales y técnicos aplicables en la vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo, se evidenció que las G.A.T.I.S.O 13 años después de su elaboración son las únicas guías reconocidas para la vigilancia de enfermedades osteomusculares de miembro superior que incluyen a la vibración como una co-exposición relevante en el desarrollo de éstas y se evidenció que se encuentran desactualizadas frente a: los límites de exposición ocupacional y la aplicación de estrategias para el reconocimiento y evaluación de la exposición. En Colombia, la legislación de riesgos profesionales se ha enfocado en términos de agentes físicos en ruido, temperatura y radiaciones dejando de lado a la vibración y generando vacíos importantes entre ellos el establecimiento de un límite de exposición ocupacional y los requerimientos técnicos para la vigilancia de la exposición y sus efectos en salud.

4. La vigilancia de la salud en los trabajadores expuestos a un determinado factor de riesgo es una actividad que se desarrolla de manera poco específica en las empresas por lo cual se creó un protocolo de vigilancia en salud soportado en un formato de identificación de signos y síntomas asociado a la exposición de la vibración mano brazo, en la cual se recoge de forma detallada información que permitirá evaluar los antecedentes médicos, determinar la susceptibilidad del trabajador y el daño potencial de la vibración en la salud de los trabajadores; dicho protocolo incorpora la realización de pruebas y test específicos para evaluar los efectos de la vibración segmentaria y a partir de los resultados de éstos se concluya si es un caso confirmado, un caso probable o un no caso y realizar los controles necesarios en cada uno de estos grupos. Adicionalmente, se desarrolló un diagrama de flujo que orienta sobre los pasos y actividades a seguir en todo el proceso de la vigilancia, relaciona las herramientas y formatos necesarios y conecta los elementos del seguimiento en salud con el entorno y los resultados de la evaluación del puesto de trabajo.

5. Las empresas deben tener una herramienta informática que permita tener la información de forma eficaz, clara y consolidada, así como facilitar los procesos de actualización y toma de decisiones entorno a las condiciones del trabajo, exposición, realización de la tarea o en la salud de los trabajadores. Dado lo anterior se diseñó y desarrolló una herramienta que contiene de forma organizada y práctica no solo la información de cada trabajador sino el kit de herramientas de vigilancia propuesto en esta investigación: recolección de datos de cada trabajador, listas de chequeo, diagramas de flujo, inventario de actividades, exposición diaria del trabajador, grupos GES, consolidados de los empleados que estén expuestos a vibración. Esta aplicación permite además de una forma estructurada, conectar los resultados de la evaluación cuantitativa de la exposición con el seguimiento en salud y la aplicación del cuestionario de signos y síntomas, facilitando así al médico ocupacional en el escenario de consulta asociar las condiciones de trabajo y la expresión de los efectos en salud, propiciando así la toma de decisiones ágil e informada. Por otra parte, frente al análisis de la información la herramienta facilita no sólo la valoración individual sino también el establecimiento de indicadores para la población de modo que se pueda evaluar el impacto de las medidas de intervención adoptadas.

9. Recomendaciones

Dados los vacíos legales identificados, se recomienda al Ministerio de Trabajo y al Ministerio de Salud establecer normas propias respecto a los valores límites permisibles para la exposición ocupacional a vibración (mano-brazo y cuerpo entero) en el país, considerando el impacto que este aspecto generaría tanto en la práctica e investigación de la temática como en los procesos de trabajo, brindando así las bases sólidas para su estudio en ambientes académicos y su control en ambientes laborales.

Se recomienda al Ministerio de Trabajo desarrollar guías temáticas para la evaluación de la exposición ocupacional a diferentes agentes físicos entre ellos la exposición a vibración mano-brazo de modo que se ofrezcan herramientas a los empleadores que faciliten el “*cómo hacer*” y orienten a los inspectores de trabajo en los procesos de vigilancia y control. Adicionalmente, se hace necesario, actualizar las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia GATISO, enfocadas en patología osteomuscular de miembros superior y columna con los elementos necesarios para incorporar la exposición a vibración (mano-brazo y cuerpo entero) como un factor de riesgo relevante que debe ser evaluado.

Puesto que la vigilancia de la exposición a vibración mano-brazo se ha referido en la normatividad internacional con un enfoque en el protocolo de medición y en adición a que la investigación y resultados respecto a la temática son escasos, se sugiere la aplicación del protocolo construido en el presente trabajo, en el cual se integran los dos factores; condiciones de salud y ambiente de trabajo, obteniendo un panorama marco para el establecimiento de una relación de causalidad entre intensidad de la exposición y aparición de un determinado grupo de sintomatología que permitirían la pertinencia y elección adecuada de las acciones en salud y controles para el agente. Por lo anterior, se recomienda a los empleadores implementar un sistema de vigilancia de la exposición ocupacional a

vibración mano-brazo en donde se dé prioridad al trabajador, su susceptibilidad, su exposición, sus síntomas, su ambiente de trabajo y las condiciones de este. De tal forma que se realicen intervenciones integrales preventivas y se evite el deterioro progresivo derivado de la exposición al agente. Dichas intervenciones deberán ir enfocadas en aplicar la jerarquización de controles, en su orden; a la fuente, el medio y el trabajador.

Se recomienda además, establecer mecanismos de auto reporte de sintomatología que en adición a las acciones en salud, respecto al proceso evaluativo de síntomas y signos establecido en el estudio, faciliten la vigilancia de las condiciones de salud realizando una detección pronta de posibles casos y casos probables, identificando la relación de causalidad y los aspectos críticos de vigilancia y control, en adición, se recomienda fomentar en los trabajadores expuestos al agente, el conocimiento de los riesgos derivados de la exposición, sus efectos en salud, las manifestaciones tempranas, los signos y síntomas de alerta, los mecanismos de reporte y la importancia del uso de las medidas de protección implementadas en las empresas, incrementando el componente participativo dentro de la gestión del riesgo.

Se recomienda a la Universidad El Bosque, continuar con la fase aplicativa del trabajo, para ello se hace necesario adquirir las herramientas para la medición descritas en el protocolo de vigilancia del ambiente de trabajo desarrollado en esta investigación. Además se considera pertinente divulgar los resultados de esta investigación en un evento académico y a través de la publicación en una revista indexada.

10. Referencias

- (1) Bovenzi M, Prodi A, Mauro M. A longitudinal study of neck and upper limb musculoskeletal disorders and alternative measures of vibration exposure. *Int Arch Occup Environ Health* 2016 ;89(6):923-933.
- (2) Bovenzi, M. Vibración transmitidas a las manos [Internet]. OIT; 25 Mar 2011 [Consultado 08 Abr 2018]. Disponible en <http://www.iloencyclopaedia.org/part-vi-16255/vibration/50/hand-transmitted-vibration>
- (3) Health and safety Executive. Hand arm vibration in Great Britain [Internet]. Great Britain: Health and Safety Executive. [Consultado 08 Abr 2018]. Disponible en <http://www.hse.gov.uk/statistics/causdis/vibration/index.htm>
- (4) European Agency for Safety and Health at work. Workplace exposure to vibration in Europe: an expert review. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2008. p. 14-18.
- (5) Colombia, Ministerio de la Protección Social. Informe de enfermedad profesional en Colombia periodo 2001-2002 “Una oportunidad para la prevención”. Colombia: Ministerio de la protección social; 2004.
- (6) Colombia. Ministerio de Trabajo. Estadísticas de enfermedad profesional en Colombia .[En Línea]. En: Fondo de Riesgos Profesionales. [Citado 4 Mar 2018]. Disponible en: <http://fondoriesgoslaborales.gov.co/seccion/inicio.html>

- (7) Federación de Aseguradores Colombianos. Fasescolda. Riesgos Profesionales Datos. [En línea]. [citado 4 Mar 2018]. Disponible en: <https://sistemas.fasescolda.com/rldatos/Reportes/xClaseGrupoActividad.aspx>
- (8) Neugebauer G. Jancurova L. Causas y efectos de las vibraciones en la salud de los trabajadores. Revista Seguridad Minera. [Internet]. 2017 [Consultado 29 Abr 2018]. Disponible en <http://www.revistaseguridadminera.com/salud-ocupacional/efectos-de-las-vibraciones-en-la-salud-de-los-trabajadores/>
- (9) Organización Internacional del Trabajo. Recomendación 156 sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire ruido y vibraciones). Ginebra. 1977. [en línea]. [citado 5 mar 2018]. Disponible en: http://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:R156
- (10) Gillibrand S, Ntani G, Coggon D. Do exposure limits for hand-transmitted vibration prevent carpal tunnel syndrome? Occupational Medicine (Oxford, England). 2016; 66(5):399-402.
- (11) Canadá. Canadian Centre for Occupational health and safety CCOHS. Vibration: Measurement, Control and Standards. 2016. [en Línea]. [citado 9 mar 2018]. Disponible en: https://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/vibration/vibration_measure.html
- (12) Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución 2844/07 de 16 de Agosto, Por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia. (16-08-07).

- (13) Colombia. Ministerio de la Protección Social. Guía de atención integral de Salud Ocupacional basada en la evidencia para Desórdenes músculo-esqueléticos relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de Quervain). Bogotá: Ministerio de la Protección Social; 2007.
- (14) The National Institute for Occupational Safety and Health NIOSH. Publication. Vibration Syndrome. Publication- Issued. 1983. [en Línea]. [citado 10 Mar 2018]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/83-110/default.htm>
- (15) Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Encuesta Anual Manufacturera. Boletín técnico Encuesta Anual Manufacturera - EAM 2016. [Internet]. Bogotá. 07 de diciembre de 2.017. [Consultado 29 Abr 2018]. Disponible en: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam>
- (16) Laurell, A. Proceso de Trabajo y Salud. Cuadernos Políticos. México, D.F: Editorial Era. 1978, p 59-79.
- (17) Real Academia Española RAE. Diccionario de la lengua Española. 23a ed. Madrid; 2014. Modelo- Vigilancia. [En línea]. [Consultado 03 may 2018]. Disponible en <http://dle.rae.es/?id=DgIqVCc>
- (18) Carbone L, sobre el significado de las definiciones de expuesto y exposición. Occupational Risk Prevention, 2011.
- (19) Colombia. Ministerio de Trabajo. Guía técnica exposición factores de riesgo ocupacional. Bogotá: Ministerio de la Protección Social; 2007.

- (20) Griffin M. Organización Internacional del trabajo. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. Capítulo 50. 3a ed. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo; 2003. p. 50.1-50.17.
- (21) Herrick, F. Organización Internacional del Trabajo. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Capítulo: 30. 3a ed. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 2003. p. 30.1-30.38
- (22) Organización Internacional del trabajo OIT. Technical and Ethical Guidelines for worker's health surveillance. Series 72. Geneva: International Labour Office; 1998.
- (23) Organización Internacional del trabajo OIT. Vibraciones. Factores ambientales en el lugar de trabajo, vibraciones. 1a ed. Ginebra: International Labour Office; 2001.
- (24) Organización Internacional del Trabajo. Recomendación 171. Sobre los servicios de salud en el trabajo. Ginebra. 1985. [en línea]. [Citado 2 may 2018]. Disponible en: http://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:R171
- (25) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. Aspectos ergonómicos de las vibraciones. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo; 2014.
- (26) LaMontagne A, Herrick F, Dyke V. Exposure Databases and Exposure Surveillance: Promise and Practice, AIHA Journal, 2010; 63(2): 205-212
- (27) Departamento Nacional de Planeación. Cadenas Productivas Estructura, comercio internacional y protección [Internet]. Colombia; 2004. [Consultado 01 May 2018]. Disponible en <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/paginas/analisis-cadenas-productivas.aspx>

- (28) Mirer F. Organización Internacional del Trabajo. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Capítulo 91: Industrias del Transporte, Vehículos de Motor y Maquinaria Pesada. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003. Pág. 91.6
- (29) Brocal F, Sánchez A, González C, Fuentes JL, Sebastián MA. Proposed methodology for the study of the level of emerging risk from exposure to hand-arm vibrations in manufacturing environments. *Procedia Manufacturing* 2017; 13:1373-1380.
- (30) Brocal F, González C, Sebastián MA. Practical methodology for estimating occupational exposure to hand-arm vibrations according to CEN/TR 15350:2013. *Safety Science* 2018; 103:197-206.
- (31) Vasilescu GD, Ghicioi E, Simion S, Pasculescu V. Model for Forecasting the Exposure Risk of Workers to Hand-Arm Occupational Vibrations. *Applied Mechanics and Materials* 2013; 430-276.
- (32) Mohamad D, Deros BM, Daruis DDI, Khamis NK, Tahir NHM. Assessment of Hand-Arm Vibration Exposure among Motorcyclist in Malaysia. *Applied Mechanics and Materials* 2014; 663:395-399
- (33) Xu X, Yuan Z, Gong M, He L, Wang R, Wang J, et al. Occupational hazards survey among coal workers using hand-held vibrating tools in a northern China coal mine. *Int J Ind Ergonomics* 2017;62:21.
- (34) Ren G. Dong*, Erik W. Sinsel, Daniel E. Welcome, Christopher Warren, Xueyan S. Xu, Thomas W. McDowell, John Z. Wu. Review and Evaluation of HandeArm Coordinate Systems for

Measuring Vibration Exposure, Biodynamic Responses, and Hand Forces. *Safety and Health at Work* 6. 2015; 159-173

(35) N.A. Azmir, M.I. Ghazali, M.N. Yahya, M.H. Ali & J.I. Song. Effect of Hand Arm Vibration on the Development of Vibration Induce Disorder among Grass Cutter Workers. *Procedia Manufacturing* 2. 2015; 87 – 91

(36) Edlund M, M.D., Burström L, PhD, Gerhardsson L, M.D., Lundström R, PhD, Nilsson T, M.D., Sandén H, MD, et al. A prospective cohort study investigating an exposure-response relationship among vibration-exposed male workers with numbness of the hands. *Scand J Work Environ Health* 2014;40(2):203-9.

(37) Bovenzi M, M.D., Prodi A, M.D., Mauro M, M.D. Relationships of neurosensory disorders and reduced work ability to alternative frequency weightings of hand-transmitted vibration. *Scand J Work Environ Health* 2015;41(3):247-258.

(38) Palmer KT, D'Angelo S, Syddall H, Griffin MJ, Cooper C, Coggon D. Dupuytren's contracture and occupational exposure to hand-transmitted vibration. *Occup Environ Med* 2014 04;71(4):241.

(39) Hammer PEC, M.D., Shiri R, M.D., Kryger AI, M.D., Kirkeskov L, M.D., Bonde JP, M.D. Associations of work activities requiring pinch or hand grip or exposure to hand-arm vibration with finger and wrist osteoarthritis: a meta-analysis. *Scand J Work Environ Health* 2014;40(2):133-45.

(40) Nilsson T, Wahlström J, Burström L. Hand-arm vibration and the risk of vascular and neurological diseases—A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2017 07;12(7).

- (41) Vihlborg P, Bryngelsson L, Lindgren B, Gunnar Gunnarsson L, Graff P. Association between vibration exposure and hand-arm vibration symptoms in a Swedish mechanical industry. *International Journal of Industrial Ergonomics* 2017; 77-81
- (42) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. Norma técnica de prevención 839: Exposición a vibraciones Mecánicas. Evaluación del Riesgo. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo ;2009
- (43) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. Norma técnica de prevención 963:Vibraciones: vigilancia de la salud en trabajadores expuestos. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo ;2013.
- (44) Health and safety Executive. Media coverage - Cases of Hand Arm Vibration Syndrome (HAVS) in two Motor Companies [Internet]. Great Britain: Health and Safety Executive. [Consultado 03 May 2018]. Disponible en <http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/casestudies/enforceexmedia.htm>
- (45) Health and safety Executive. Hand arm vibration publications [Internet]. Great Britain: Health and Safety Executive. [Consultado 03 May 2018]. Disponible en <http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/publications.htm>
- (46) Organización Internacional del Trabajo (OIT). C148 - Convenio sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones). [Internet] Ginebra, 1977. [Consultado 03 May 2018]. Disponible en http://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C148

- (47) International Organization for Standardization (ISO). ISO 5349-1:2001(en) Mechanical vibration — Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration — Part 1: General requirements [Internet]. 2001. [Consultado 05 May 2018] Disponible en <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:5349:-1:ed-1:v1:en>
- (48) ACGIH. TLVs and BEIs. Estados Unidos: Signature Publications, 2019.
- (49) Hernandez R, Fernández C, Baptista L, Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill; 1997.
- (50) International Commision on Occupational Health ICOH. Código Internacional de Ética para los Profesionales de la Salud Ocupacional. Actualización 2002.
- (51) Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 1993 “por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud”. Bogotá: Ministerio de Salud; 1993.
- (52) Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Guía Técnica Colombiana para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional, GTC45. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación; 2010.
- (53) Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Norma Técnica Colombiana para la Gestión del Riesgo. NTC- ISO 31000. Bogotá: Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación; 2011.
- (54) Colombia, Ministerio de la Protección Social. Batería para la evaluación de factores de riesgo psicosocial. Colombia: Ministerio de la Protección Social; 2010.

- (55) Organismo Internacional de Normalización ISO. Norma Internacional ISO 45001 Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo – Requisitos con orientación para su uso. Ginebra, Suiza: Colombia; 2018.
- (56) Directiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones) (decimosexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE)
- (57) Código de regulaciones federales CFR 1910
- (58) Health and safety Executive. Control of Vibration at Work Regulations 2005 [Internet]. Great Britain: Health and Safety Executive. [Consultado 30 Nov 2018]. Disponible en <http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/regulations.htm>
- (59) Normalización española UNE. UNE-CEN/TR 15350:2013. Vibraciones mecánicas. Directrices para la evaluación de la exposición a las vibraciones transmitidas por la mano usando la información disponible incluyendo la información proporcionada por los fabricantes de maquinaria. [Internet]. España: UNE. [Consultado 30 Nov 2018]. Disponible en <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0052216>
- (60) Ministerio de la Protección Social. Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida Ruido en el Trabajo. Bogotá. 2007.
- (61) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT. Norma técnica de prevención 792: Evaluación de la exposición a la vibración mano - brazo. Evaluación por estimación. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo ;2008

- (62) Leidel, NA., Bush, KA., and Lynch JR (1977) Occupational exposure sampling strategy manual. NIOSH. Publication No 77-173 disponible en <http://www.cdc.gov/niosh/docs/77-173/>
- (63) International Organization for Standardization. ISO 5349-2:2001. Mechanical vibration — Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration — Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace. 2001
- (64) Criffer. Vibrate Medidor de vibraciones ocupacionales VCI y VMB. [Internet]. 2018. [Consultado 12 Feb 2019]. Disponible en <https://www.criffer.net/vibracion-ocupacional/medidores-de-vibracion/vibrate-medidor-de-vibraciones-ocupacionales-vci-e-ymb>
- (65) Svantek Sound and vibration measurement solutions. SV 103 Vibration Dosimeter. [Internet]. 2014. [Consultado 12 Feb 2019]. Disponible en http://www.svantek.com/lang-es/product/25/sv_103_dosimetro_de_vibraciones_mano_brazo.html#caracteristicas
- (66) International Organization for Standardization. ISO 5349-1:2001. Mechanical vibration — Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration — Part 1: General requirements. 2001
- (67) Organización Internacional de Normalización. ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos. 2015
- (68) Svantek Sound and vibration measurement solutions. SV 110 Vibration Calibrator. [Internet]. 2014. [Consultado 12 Feb 2019]. Disponible en http://www.svantek.com/lang-es/product/117/sv_110_vibration_calibrator.html#caracteristicas
- (69) Rock J C. Occupational Health and Safety Institute, Air Sampling Instruments for evaluation of atmospheric contaminants. 8 edition. 1995. ACGIH.

- (70) American Industrial Hygiene Association AIHA. La estrategia para la evaluación de la exposición ocupacional. Estados Unidos. 2010.
- (71) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo INSHT: Norma Técnica de Prevención 863: El informe higiénico: pautas de elaboración. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo ;2010.
- (72) Garzón L , Villegas E, Gonzales J, Ospina G, Manual único para la calificación de la pérdida de la capacidad laboral y Ocupacional; Ministerio del trabajo ;2014.
- (73) Cossio L, Fustinani J, Raspide F, Semiología médica y fisiopatología, 3 Ed ; Madrid , Seudeba; 2015.
- (74) Ministerio de la Protección Social. Manual Guía sobre Procedimientos para la Rehabilitación y Reincorporación Ocupacional de los Trabajadores en el Sistema General de Riesgos Profesionales. Bogotá; 2004.

11. Referencias anexo 3

- (1) Ley 9 del 24 de enero de 1979, por la cual se dictan medidas sanitarias (Diario Oficial No. 35308, 16 de julio de 1979)
- (2) Resolución 2400 del 22 de mayo de 1979, por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo
- (3) Resolución 8321 del 04 de agosto de 1983, por la cual se dictan normas sobre Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos

- (4) Decreto 614 del 14 de marzo de 1984, por el cual se determinan las bases para la organización y administración de Salud Ocupacional en el país
- (5) Resolución 1016 del 31 de marzo de 1989, por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país
- (6) Resolución 1792 del 03 de mayo de 1990, por la cual se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido (Diario Oficial No. 47357, 22 de mayo de 2009)
- (7) Ley 378 del 09 de julio de 1997, por medio de la cual se aprueba el "Convenio número 161, sobre los servicios de salud en el trabajo" adoptado por la 71 Reunión de la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo (Diario Oficial No. 43081, 11 de julio de 1997)
- (8) Resolución 1995 del 08 de julio de 1999, por la cual se establecen normas para el manejo de la Historia Clínica (Diario Oficial No. 43655, 05 de agosto de 1999)
- (9) Decreto 873 del 11 de mayo de 2001, por el cual se promulga el "Convenio número 161 sobre los Servicios de Salud en el Trabajo", adoptado por la 71a. Reunión de la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo, OIT, Ginebra, 1985 (Diario Oficial No. 44426, 11 de mayo de 2001)
- (10) Resolución 1715 del 13 de junio de 2005, por la cual se modifica la Resolución 1995 del 8 de julio de 1999 (Diario Oficial No. 46435, 28 de octubre de 2006)
- (11) Resolución 2346 del 11 de julio de 2007, por la cual se regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales (Diario oficial No. 46691, 16 de julio de 2007)

- (12) Resolución 2844 del 16 de agosto de 2007, por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia (Diario Oficial No. 46728, 22 de agosto de 2007)
- (13) Resolución 1918 del 05 de junio de 2009, por la cual se modifican los artículos 11 y 17 de la Resolución 2346 de 2007 y se dictan otras disposiciones (Diario Oficial No. 47377, 11 de junio de 2009)
- (14) Decreto 1477 del 05 de agosto del 2014, por el cual se expide la Tabla de Enfermedades Laborales, (Diario Oficial No. 49234, 05 de agosto de 2014)
- (15) Decreto 1072 del 26 de mayo de 2015, por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo (Diario Oficial No. 49523, 26 de mayo de 2015)
- (16) Resolución 839 del 23 de marzo de 2017, por la cual se modifica la Resolución 1995 de 1999 y se dictan otras disposiciones (Diario Oficial No. 50185, 24 de marzo de 2017)
- (17) Resolución 0312 del 13 de febrero de 2019, por la cual se definen los estándares mínimos del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo SGSST (Diario Oficial No. 50872, 19 de febrero de 2019)