



ECUADOR
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK

Trabajo de fin de carrera titulado

**“EVALUACIÓN DE RIESGOS POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES A LOS
OPERADORES DE MOTOR FUERA DE BORDA (TRANSPORTE FLUVIAL) DE
LA NACIONALIDAD COFÁN PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE
SUCUMBÍOS”**

Realizado por:

YUMBO CRIOLLO GISSELA OMayra

Director del proyecto:

ING. PABLO DÁVILA

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, febrero 2021

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Yumbo Criollo Gissela Omayra, con cedula de identidad 210058992-4, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría que no ha sido previamente presentado por ningún grado a calificación profesional y, que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Gissela Omayra Yumbo Criollo

C.C.: 210058992-4

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“EVALUACIÓN DE RIESGOS POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES A LOS
OPERADORES DE MOTOR FUERA DE BORDA (TRANSPORTE FLUVIAL) DE
LA NACIONALIDAD COFÁN PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE
SUCUMBÍOS”**

Realizado por:

YUMBO CRIOLLO GISSELA OMayra

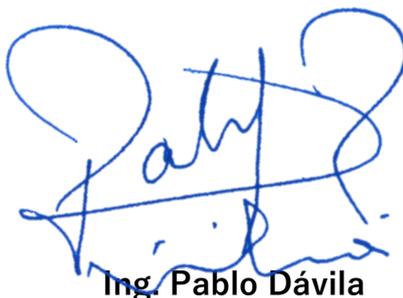
Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Ha sido dirigido por:

ING. PABLO DÁVILA

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

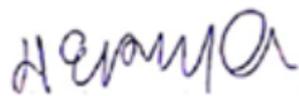


Ing. Pablo Dávila

DIRECTOR

REVISORES

Después de revisar el trabajo presentado. Lo ha calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.

A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'HENRY Cárdenas'.

Ing. Henry Cárdenas

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'OSWALDO JARA'.

Dr. Oswaldo Jara

EVALUACIÓN DE RIESGOS POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES A LOS OPERADORES DE MOTOR FUERA DE BORDA (TRANSPORTE FLUVIAL) DE LA NACIONALIDAD COFÁN PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS.

GISELA OMAYRA YUMBO CRICLLO

DIRECTOR: Ing. Pablo Dávila

REVISORES: Dr. Oswaldo Jara - Ing. Henry Cárdenas

Resumen

La principal forma de contacto y comunicación con la cultura occidental que tiene el pueblo cofán sigue siendo la vía fluvial, por tanto, el contar con un motor fuera de borda y manejarlo es fundamental, ya que así consiguen acceder a recursos como: medicinas, atención médica, víveres, insumos para agricultura-caza-pesca, combustibles, lubricantes, etc. Esto genera que una gran cantidad de Cofanes operen motores fuera de borda, exponiéndose al riesgo que representan las vibraciones Mano-Brazo (VMB). Esto genera la necesidad de estudiar las condiciones de exposición de estas personas a VMB.

Para estudiar las características de esta exposición a VMB se planteó un estudio Cualitativo-Cuantitativo de carácter descriptivo de corte transversal, que se desarrolló en las comunidades del pueblo Cofán. Para esto se aplicó una encuesta de carácter general a varios dirigentes para cualificar el desarrollo del uso de motores fuera de borda en el pueblo Cofán, también, se aplicó una encuesta específica de carácter cerrada a 15 Cofanes operadores de motores fuera de borda, y se midió el nivel de vibración que se transmite a la mano del operador utilizando un vibrómetro CV:31A de marca Cirrus, para la evaluación de los niveles de exposición a VMB se empleó la norma UNE EN ISO 5349-1 del 2002.

En el estudio se pudo identificar que los motores que emplean los Cofanes generan vibraciones superiores a $2,5 \text{ m/s}^2$, se evaluó la exposición a VMB operando aguas arriba y aguas abajo, el 33% de las evaluaciones indicaron vibraciones que se encuentran entre $2,5$ y 5 m/s^2 y el 67% sobre los 5 m/s^2 , esta información se cruzó con los tiempos de uso para realizar viajes y actividades semanales, obteniéndose

que las condiciones son tolerables en un 6.7%, en 40% requieren se tome algún tipo de medida y el 53.3% son intolerables.

El estudio termina concluyendo que los operadores en la mayor parte de las ocasiones están sobre expuestos e incluso llegan a niveles intolerables frente al riesgo por VMB.

Se recomienda analizar otros tipos de motores, e incluso que cuando se realicen viajes se opere los motores alternado entre dos personas.

Palabras claves:

Motor fuera de borda, vibración mano-brazo, Cofan, riesgo intolerable, transporte fluvial.

Abstract

For the Cofan people waterways continue to be the main form of contact and communication with the outside world. Therefore, having an outboard motor and driving it is essential, since that is how they get access to resources like: medicines, medical attention, agriculture supplies and goods– hunting, etc. This causes many Cofan people to operate outboard motors, exposing themselves to the risk posed by Hand-Arm vibration (HAV). This generates the need to study the exposure conditions of the people to HAV.

To study the characteristics of the HAV exposure, a quali-quantitative study of a descriptive cross-sectional nature was proposed and developed in Cofan communities. To evaluate the development of the use of the outboard motors in Cofan communities a general survey was applied to several leaders within the communities. In the same way, a specific closed survey was applied to 15 Cofan people that operate outboard motors. To measure the level of vibration that is transmitted to the operator's hand during operation a Cirrus brand CV: 31A vibrometer was used, to evaluate the levels of exposure to HAV the UNE EN ISO 5349-1 of 2002 standard was used.

In the study, it was possible to identify that the engines used by the Cofan people generate vibrations greater than 2.5 m/s^2 . The exposure to HAV was evaluated operating outboards upstream and downstream. 33% of the evaluations indicated vibrations that were between 2.5 and 5 m/s^2 , and 67% over 5 m/s^2 . This information was crossed with the times of use for trips and weekly activities. Obtaining that the conditions are tolerable in 6.7% of the time, but in 40%, they require some type of measure to be taken and in 53.3% of the time are considered to be intolerable.

The study concludes that in most cases the operators are being overexposed and are even reaching intolerable risk levels of HAV.

It is recommended that analysis of other engine types and-or alternating operation time between two people during travels is necessary.

Keywords:

Outboard motor, hand-arm vibration, Cofan, intolerable risk, river transport.

Introducción

La utilización del transporte fluvial en la amazonia ecuatoriana es de vital importancia ya que para algunas poblaciones es la única vía de comunicación con el resto de la sociedad, presentándose con más frecuencia para poblados de grupos minoritarios del país como son las nacionalidades y pueblos indígenas, ya que muchos de ellos están asentados a las riveras de los ríos, y sus poblaciones no están servidas por la red vial terrestre del país, estas poblaciones para su interacción con el resto de la sociedad emplean una gran variedad de embarcaciones (canoas de madera, deslizadores de fibra de vidrio y algunas embarcaciones en metal), la mayor parte impulsadas por motores fuera de borda.

Como lo indica Cepek (2018), el pueblo Cofán ecuatoriano es un grupo étnico que tiene aproximadamente 1400 habitantes que principalmente viven a lo largo de las orillas del río Aguarico, su principal vía de comunicación es de carácter fluvial, esto genera una gran presencia de

canoas a motor y con ellas sus operadores.

Antes de los años 40 del siglo pasado los Cofanes conocían algo de las embarcaciones mecanizadas las cuales funcionaban a base de vapor, estas embarcaciones eran usadas por los *Cachereros* (los que vendía o realizaban intercambios de mercadería con los habitantes rivereños), las primeras veces que los Cofanes tuvieron contacto directo con un motor fuera de borda a gasolina fue cuando la compañía SHELL llegó a realizar exploración Hidrocarburífera en su territorio (desde el año 1948 hasta el año 1952), y desde allí fue incrementándose la presencia de embarcaciones con motores fuera de borda por el río Aguarico. En el año 1964, la llegada de la compañía GSI (Geodetic Survey Incorporate, contratada por TEXACO para realizar exploración sísmica), contrata Cofanes como guías y ayudantes de canoero (punteros), es así como este pueblo desarrolla su contacto directo con los motores, esto genera el

aprendizaje del manejo y operación de los motores fuera de borda (marca Mercury), ya que la compañía GSI les enseñaba la operación para que ellos puedan servir como ayudantes, y no directamente como operadores de motor fuera de borda (motoristas). (Entrevista a los dirigentes del pueblo Cofán).

“El primer motor fuera de borda adquirido por un Cofan (Victor Quenamá) fue en el año 1968. Desde entonces los Cofanes empezaron a ver las facilidades que este brindaba, ya para año 1984 casi todas las familias contaban con su propia embarcación con un motor fuera de borda, excepto los adultos mayores al igual que en la actualidad” (entrevista a Randall Borman).

A finales de la década de los 70s, la mayoría de los Cofanes comenzaron a comprar sus propios motores fuera de borda, esto principalmente para trabajar en turismo, de donde conseguían los recursos para realizar dichas compras. (Entrevista a los dirigentes del pueblo Cofán).

Las distancias que separan las comunidades Cofanes de los pueblos mestizos implican viajes que duran

varias horas, y son indispensables ya que permiten a los Cofanes acceder a recursos para satisfacer sus necesidades básicas como; medicinas y atención médica, compra de víveres, compra de utensilios para caza – pesca – agricultura, combustibles, lubricantes y repuestos para los mismos motores, etc.

De acuerdo a los datos obtenidos en la encuesta a dirigentes del pueblo Cofán se pudo identificar que aproximadamente el 56% de las familias Cofanes cuentan con al menos un motor fuera de borda.

La operación de los motores fuera de borda implica exposición a una variedad de riesgos entre los cuales están: riesgos químicos (contacto con combustibles, lubricantes, gases producto de la combustión, etc.), riesgos físicos (ruido, vibraciones, contacto con superficies calientes, etc.), riesgos mecánicos y riesgos eléctricos, en general múltiples factores que pueden afectar su salud.

El presente estudio, analiza el nivel de exposición a vibraciones mano-brazo (operación timón manual) de los operadores de las embarcaciones, ya que permanentemente están

expuestos a este riesgo, situación que no ha sido estudiada, y en vista de su recurrencia, lo prolongado de los tiempos de exposición, y la permanencia en la actividad a lo largo de casi toda su vida, consideramos importante su análisis, ya que al desconocer el nivel de riesgo no se genera ninguna gestión más allá del amortiguamiento que traen de fabrica los mismos motores (mango de operación – acelerador).

Por tanto, el objeto de estudio son las vibraciones presentes en el timón (vibración mano - brazo).

Vibración

“Desde un punto de vista higiénico las vibraciones comprenden todo movimiento transmitido al cuerpo humano por estructuras sólidas capaz de producir un efecto nocivo o cualquier tipo de molestia. El fenómeno se caracteriza por la amplitud del desplazamiento de las partículas, su velocidad y su aceleración.” (Falagan, Canga , Ferrer , & Fernández, 2000)

Según el Real decreto 1311 del 2005 en su artículo 2 “Vibración transmitida al sistema mano-brazo: la vibración mecánica que, cuando se transmite al

sistema humano de mano y brazo, supone riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares” (BOE, 2005).

De acuerdo al estudio realizado por Massimo Bovenzi, se dice que el numero de personas expuestas a vibraciones transmitidas por las manos excede de 150.000 en los países bajos, de 0.5 millones en Gran Bretaña y de 145 millones en Estados Unidos (Bovenzi, 2001)

Efectos de las vibraciones en el cuerpo humano

“El cuerpo humano puede tolerar ciertos niveles de vibración, pero estos empiezan a causar daño si la exposición es prolongada causando interrupciones a los procesos naturales del organismo”. (Arias-Castro & Martínez-Oropesa, 2016)

Varios estudios indican, que la utilización prolongada de herramientas vibrátiles manuales transmite energías vibratorias directamente por la mano genera el síndrome vibratorio mano-brazo (SVMB), este afecta directamente el sistema vascular, nervioso y musculo esquelético (López, 2018), (Heaver,

Goonetilleke, Ferguson, & Shiralkar, 2011)

Los síntomas de SVMB, al principio pueden ser intermitentes, pero con el tiempo y el progreso de la enfermedad pueden ser continuas si no se controla el tiempo de exposición en una temprana etapa. (Heaver, Goonetilleke, Ferguson, & Shiralkar, 2011).

Objetivo General

Analizar la exposición a vibraciones (mano-brazo) de los operadores de motores fuera de borda del pueblo Cofan, mediante la medición con vibrómetro de la exposición a este riesgo durante los desplazamientos que realizan por diferentes rutas fluviales en su vida diaria, para la determinación del nivel de riesgo y plantear recomendaciones que permitan la prevención y protección frente a enfermedades que pudiera generar este riesgo.

Material y método

El presente estudio es de tipo cuali – cuantitativo de carácter descriptivo ya que se va a medir, interpretar y

analizar los niveles de exposición a vibración en mano – brazo y el impacto que este puede causar en los operadores de motor fuera de borda del pueblo Cofán, y es de corte transversal porque se lo realizó desde octubre del año 2020 a febrero del año 2021.

Las variables analizadas fueron:

- El nivel de vibración transmitido del motor fuera de borda a la mano del operador,
- Tiempos de exposición,
- Distancias entre comunidades (tiempos de viaje),
- Edad de la población operadora.

Los datos se obtuvieron mediante entrevistas a dirigentes de las comunidades Cofanes, esta investigación se desarrolló directamente en las comunidades Cofanes del Ecuador, mismas que se encuentran ubicadas en la provincia de Sucumbíos, donde se identificó esta problemática, también se realizaron entrevistas a los operadores de los motores fuera de borda y fue allí donde se desarrolló la toma de medidas, por lo tanto, la

modalidad de esta investigación es de campo.

Los criterios de inclusión que se aplicaron para definir la muestra fueron ser operador de motor fuera de borda, pertenecer a la etnia Cofán y haber operado motores fuera de borda al menos un año, con este criterio se tomó una muestra de 20 personas; 5 dirigentes de las comunidades y 15 operadores, estos últimos seleccionados por rangos de edad buscando que pertenezcan a diferentes comunidades Cofanes.

Para la realización del trabajo se solicitó autorización de los dirigentes del pueblo Cofan, indicando que los datos se trataran sin identificar nombres de los participantes y lo mismo se indicó a los motoristas entrevistados y a quienes facilitaron la toma de las medidas.

Herramientas utilizadas

Para la recolección de la información se empleó dos encuestas, la primera consta de 10 preguntas generales para conocer y documentar el desarrollo de la operación de motores fuera de borda en el pueblo Cofán, se

la aplico a los dirigentes de las comunidades, y la segunda que consta de 9 preguntas cerradas de carácter específico que se orientó a conocer los efectos que perciben los operadores motores fuera de borda durante y después de un viaje.

El desarrollo de la investigación se ha sustentado en la norma UNE EN ISO 5349-1 del 2002, la cual especifica los requisitos generales para la realización de medidas con el vibrómetro y da una guía para la evaluación de la exposición a las vibraciones mano-brazo (VMB).

También se empleó el Real decreto 1311/2005, que nos especifica los valores limites de exposición diaria al riesgo VMB y sus niveles de actuación. En su artículo 3 especifica los valores limites en el sistema mano- brazo; "a) El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas se fija en 5 m/s^2 . b) El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas que da lugar a una acción se fija en $2,5 \text{ m/s}^2$." (BOE, 2005)

Se utilizó un vibrómetro CV:31A de marca Cirrus para la medición de vibraciones, el cual cumple con los requisitos para realizar este tipo de medidas en humanos conforme a la ISO 8041. Este consta de tres ejes ortogonales **X, Y, y Z**.

Proceso de Medición y Recolección de Información

Se inició socializando el proyecto a los dirigentes, con su consentimiento se les aplicó la encuesta de tipo general y se procedió a identificar a los motoristas que participarían en el estudio (accesibilidad y consentimiento de los mismos), lo cual nos permitió proceder a la aplicación de la encuesta específica y realizar la toma de medidas. Para esto se escogió tres tipos diferentes de

Resultados

En total se entrevistó a 20 personas

- 5 dirigentes (Zábalo, Dureno, Sinangue, Dovuno y Chandia Na'en), y
- 15 operadores (principalmente de Zábalo y Dureno, por cercanía al centro de operaciones de la investigación).

motores (Yamaha 40HP con serie 1102850, Yamaha 25HP con serie 1052061 y Yamaha 15 HP con serie 1248251), modelos que se encuentran entre los más comunes de utilización en el pueblo Cofán, se configuró el vibrómetro, y con la autorización del operador se procedió a colocar el sensor entre el dedo medio y anular (en la orientación que nos indica la norma) de la mano que utilizan para manejar el motor.

Las mediciones se realizaron en el Río Aguarico; 3 mediciones a favor de la corriente y 3 mediciones en contra corriente con cada uno de los motores fuera de borda escogidos, cada una de las mediciones con un periodo de 15 minutos.

La información de tipo general recabada a los Dirigentes de las Comunidades Cofanes se expuso en la introducción del presente documento.

Los resultados de la encuesta aplicada a los operadores de motor fuera de borda se exponen en las siguientes tablas:

Tabla 1.- Edad actual de operador de motor fuera de borda

Edad en la que Empezó a Operar Motores Fuera de Borda	Rango tiempo (años)	Frecuencia	%
	menos de 10	2	13,3%
	entre 10 a 20	4	26,7%
	entre 20 a 30	3	20,0%
	entre 30 a 40	3	20,0%
	más de 40 años	3	20,0%

Fuente: Elaboración Autor

Tabla 2.- Edad a la que inician la operación de motores fuera de borda

Tiempo que Opera un Motor Fuera de Borda	Rango tiempo (años)	Frecuencia	%
	entre 8 y 12	6	40,0%
	entre 13 y 17	7	46,7%
	entre 18 y 22	2	13,3%

Fuente: Elaboración Autor

Tabla 3.- Tiempo más largo de operación de un motor fuera de borda

Indique el Viaje más Largo en el que ha Operado un Motor	Rango tiempo (años)	Frecuencia	%
	entre 4 a 6	2	13,3%
	entre 6 a 8	2	13,3%
	entre 8 y 10	7	46,7%
	entre 10 a 12	4	26,7%

Fuente: Elaboración Autor

Tabla 4.- Presencia de DOLOR o molestias asociadas a la operación de motores fuera de borda

Percepción de Molestias Musculo Esqueléticas	Ha sentido DOLOR o molestias en mano, muñeca, codo o brazo	Frecuencia	%
	SI	11	73,3%
	NO	4	26,7%

Fuente: Elaboración Autor

Tabla 5.- Molestias después de operar un motor fuera de borda

Molestias en la Mano Después de un Viaje	Adormecimiento de mano	Frecuencia	%
	SI	15	100,0%
NO	0	0,0%	

Fuente: Elaboración Autor

Tabla 6.- Duración de las molestias después de la operación del motor fuera de borda

Tiempo de Molestias en la Mano Después de un Viaje	Rango de tiempo (min)	Frecuencia	%
	de 2 a 3 min	7	46,7%
	de 4 a 5 min	3	20,0%
	de 6 a 7 min	3	20,0%
	más de 8 min	2	13,3%

Fuente: Elaboración Autor

Tabla 7.- Se toma descansos durante el viaje

Descanso durante un viaje	Toma Descansos	Frecuencia	%
	SI	14	93,3%
NO	1	6,7%	

Fuente: Elaboración Autor

Tabla 8.- Forma de descansar cuando opera el motor fuera de borda

Forma de Tomar Descanso Durante el Viaje	Forma de descansar	Frecuencia	%
	Aflojar la mano del timón	7	46,7%
	realizar paradas de 5 a 10 min	14	93,3%
cambio de mano	1	6,7%	

Fuente: Elaboración Autor

Tabla 9.- Diferencia en la vibración de los motores

Hay Diferencia en la Vibración del Motor Dependiendo de su Estado	Hay diferencia	Frecuencia	%
	SI	15	100,0%
NO	0	0,0%	

Fuente: Elaboración Autor

Por lo que se observa podemos indicar que la mayor parte de los operadores de motores fuera de borda se encuentran entre las edades de 10 y 40 años (66%), señalando que se tiene un 13% de operadores con edad inferior a los 10 años, esta información se refuerza cuando se observa que en la tabla 2 el 40% inicia

la operación de motores en edades entre 8 y 12 años.

En la tabla 3 se observa que la mayor parte de los operadores (46.7%) indican que los viajes operando motores fuera de borda duran entre 8 y 10 horas y un 26.7% data viajes de duración entre 10 y 12 horas, y el tiempo de viaje es el tiempo de exposición al riesgo VMB.

En la tabla 4 se puede observar que un 73.3% data dolor o molestias que asocia con la operación de los motores fuera de borda.

En la tabla 5 se observa que el 100% de los operadores de motores fuera de borda indican tener adormecida la mano después del viaje, y en la tabla 6 se observa que un 46% indica que el adormecimiento dura entre 2 y 3 minutos.

En la tabla 7 se observa que el 93.3% realiza descansos durante el viaje, en la tabla 8 se observa que el 93.3% hace paradas de 10 a 5 minutos, un 46.7% también indica que aflojan la mano del timón para descansar y solo el 6.7% cambia de mano durante la operación.

En la tabla 9 se observa que el 100% de los operadores indican que el nivel

de vibración cambia según el estado del motor, siendo mayor la vibración en motores que se encuentran muy desgastados o mal calibrados.

En cuanto a los niveles de vibración medidos, estos se observan en las siguientes tablas:

Tabla 10.- Datos medidos e identificados de los motores fuera de borda

Motor	Condiciones de Operación	Vibración Media	Estado Motor	
			Tiempo de uso	Condiciones de Mantenimiento
Yamaha 40HP	Aguas Arriba	4,25	9 años	Cuidado
	Aguas Abajo	4,63		Cuidado
Yamaha 25HP	Aguas Arriba	11,93	9 años	Descuidado
	Aguas Abajo	10,18		Descuidado
Yamaha 15HP	Aguas Arriba	7,56	7 años	Descuidado
	Aguas Abajo	8,07		Descuidado

Fuente: Elaboración Autor

Tabla. - 11 Exposición a 1 recorrido diario (jornada de 8 horas)

Motor	Tiempo (horas)	Condición de Operación	Vibración (m/s ²)	Exposición en jornada de (8 horas)	Evaluación
Yamaha 40HP	4	Aguas Arriba	4,25	3,00	Requiere acción
	6			3,68	Requiere acción
	8			4,25	Requiere acción
	10			4,75	Requiere acción
	12	5,20	Excede el límite		
	4	Aguas Abajo	4,63	3,27	Requiere acción
	6			4,01	Requiere acción
	8			4,63	Requiere acción
	10			5,18	Excede el límite
	12			5,67	Excede el límite

Fuente: Elaboración Autor

Tabla. - 12 Exposición a 1 recorrido diario (jornada de 8 Horas)

Motor	Tiempo (horas)	Condición de Operación	Vibración (m/s ²)	Exposición en jornada de (8 horas)	Evaluación
Yamaha 25HP	4	Aguas Arriba	11,93	8,44	Excede el límite
	6			10,33	Excede el límite
	8			11,93	Excede el límite
	10			13,34	Excede el límite
	12			14,61	Excede el límite
	4	Aguas Abajo	10,18	7,20	Excede el límite
	6			8,82	Excede el límite
	8			10,18	Excede el límite
	10			11,38	Excede el límite
	12			12,47	Excede el límite

Fuente: Elaboración Autor

Tabla. - 13 Exposición a 1 recorrido diario (jornada de 8 horas)

Motor	Tiempo (horas)	Condición de Operación	Vibración (m/s ²)	Exposición jornada de (8 horas)	Evaluación
Yamaha 15 HP	4	Aguas Arriba	7,56	5,34	Excede el límite
	6			6,54	Excede el límite
	8			7,56	Excede el límite
	10			8,45	Excede el límite
	12			9,25	Excede el límite
	4	Aguas Abajo	8,06675301	5,70	Excede el límite
	6			6,99	Excede el límite
	8			8,07	Excede el límite
	10			9,02	Excede el límite
	12			9,88	Excede el límite

Fuente: Elaboración Autor

La tabla 10 nos indica que el motor de 40 HP genera vibración al punto que se requiere aplicar medidas de prevención y control para que este riesgo no afecte a la salud del operador, por otra parte, los motores de 25 y 15 generan vibraciones superiores al valor límite permitido (5 m/s²).

Cuando normalizamos la operación del motor para una jornada de 8 horas respecto del tiempo de desplazamiento por viaje, podemos ver en la tabla 11 las condiciones que genera el motor de 40 HP, en la tabla 12 las condiciones que genera el motor de 25 HP, y en la tabla 13 las condiciones que genera el motor de 15 HP.

En las condiciones de exposición normalizada para 8 horas, todas están sobre el límite inferior (2 m/s²) que exige la acción por parte del técnico en SSO, las condiciones que se presentan para los viajes de 10 y 12 horas con el motor de 40HP se tornan inaceptables, así como también, las condiciones para todos los viajes con los motores de 25 y 15 HP.

Sin embargo, se conoce que esta operación no es de carácter rutinaria, y mas bien el comportamiento en el uso de los motores responde a una situación que se puede considerar dentro de ciclos semanales, donde se realiza un viaje redondo (ida y vuelta) y desplazamientos cortos para ir y volver de sus zonas de cultivo, actividades de caza, pesca, etc., por lo que se considera un uso semanal de 3 horas promedio en estas actividades de uso

cercano, esto se expone en las tablas siguientes:

Tabla. - 14 Exposición a 1 viaje (ida y regreso) + 3 horas de operación cercana en la semana – 40 HP

Motor	Tiempo de viaje (horas)	Tiempo Acumulado (horas)	Condición de Operación	Vibración media para una semana (m/s ²)	Evaluación
Yamaha 40HP	4	11	Aguas Arriba	2,23	Tolerable
	6	15		2,60	Requiere acción
	8	19		2,93	Requiere acción
	10	23		3,22	Requiere acción
	12	27		3,49	Requiere acción
	4	11	Aguas Abajo	2,43	Valor Tolerable
	6	15		2,84	Requiere acción
	8	11		2,43	Requiere acción
	10	13		2,64	Requiere acción
	12	15		2,84	Requiere acción

Fuente: Elaboración Autor

Tabla. - 16 Exposición a 1 viaje (ida y regreso) + 3 horas de operación cercana en la semana – 15 HP

Motor	Tiempo de viaje (horas)	Tiempo Acumulado (horas)	Condición de Operación	Vibración media para una semana (m/s ²)	Evaluación
Yamaha 15 HP	4	11	Aguas Arriba	3,96	Requiere acción
	6	15		4,63	Requiere acción
	8	19		5,21	Intolerable
	10	23		5,73	Intolerable
	12	27		6,21	Intolerable
	4	11	Aguas Abajo	4,23	Requiere acción
	6	15		4,94	Requiere acción
	8	19		5,56	Intolerable
	10	23		6,12	Intolerable
	12	27		6,63	Intolerable

Fuente: Elaboración Autor

En la tabla 14 (motor de 40 HP) se observa que únicamente la combinación de uso con viajes de 4 horas, se encuentran de un rango tolerable sin necesidad de tomar ninguna acción, los demás requieren acción, sin importar la condición de operación.

En la tabla 15 (motor de 25 HP) se observa que todas las combinaciones de uso exceden los límites tolerables para la exposición al Riesgo VMB, sin importar la condición de operación.

En la tabla 16 (motor 15 HP) se observa que las combinaciones de uso con viajes de 4 y 6 horas plantean la necesidad de implementar medidas de prevención y/o protección, las demás formas de análisis se convierten en intolerables sin importar las condiciones de operación.

Tabla. - 15 Exposición a 1 viaje (ida y regreso) + 3 horas de operación cercana en la semana – 25 HP

Motor	Tiempo de viaje (horas)	Tiempo Acumulado (horas)	Condición de Operación	Vibración media para una semana (m/s ²)	Evaluación
Yamaha 25HP	4	11	Aguas Arriba	6,26	Intolerable
	6	15		7,31	Intolerable
	8	19		8,22	Intolerable
	10	23		9,05	Intolerable
	12	27		9,80	Intolerable
	4	11	Aguas Abajo	5,34	Intolerable
	6	15		6,23	Intolerable
	8	19		7,02	Intolerable
	10	23		7,72	Intolerable
	12	27		8,36	Intolerable

Fuente: Elaboración Autor

Tabla. - 17 Condición de exposición VMB 1 y 2 operadores

<i>Condición</i>	<i>Tolerable RVMB</i>	<i>Acción para control RVMB</i>	<i>Intolerable RVMB</i>
1 operador por viaje	6,70%	40,00%	53,30%
2 operadores por viaje	23,3%	53,3%	23,3%

Fuente: Elaboración Autor

En la tabla 17 se observa que si en los viajes participan dos operadores alternándose el nivel de RVMB desciende notablemente.

Discusión

El nivel de riesgo de operación de los motores fuera de borda en las condiciones identificadas y medidas indican que la exposición al RVMB es frecuente.

Si bien conocemos que los fabricantes de motores fuera de borda Yamaha indican que la vibración en el mango popero es inferior a $2,5 \text{ m/s}^2$ (Yamaha, s.f.), el desgaste de los motores genera vibraciones a niveles superiores según se determinó en las mediciones realizadas. Esto implica que el mantenimiento y reposición de partes, y piezas debe ser meticulosamente desarrollado y cuidado, ya que, de no hacerlo así, los operadores están altamente

expuestos a RVMB, como se observa en las tablas 14, 15 y 16.

No se pudo realizar comparaciones con investigaciones similares ya que lamentablemente no se encontró información de estudios similares que lo permitan.

Con los datos en este estudio determinados, se puede concluir que la exposición a RVMB son altos en los operadores del pueblo Cofán, y que se requiere desarrollar medidas de prevención y control respecto de este tema para prevenir enfermedades asociadas a la exposición al RVMB. Además, si tomamos en cuenta que la actividad se inicia a edades tempranas y se mantiene hasta edades avanzadas, la probabilidad de que los operadores de motores fuera de borda desarrollen enfermedades asociadas a la exposición a VMB, es elevada.

También, se puede concluir que de una forma u otra todos los operadores de motores fuera de borda del pueblo Cofán se encuentran expuestos al RVMB, dado que, casi ningún motor es nuevo y el mantenimiento se realiza de forma artesanal y no siempre con partes y piezas nuevas, lo que termina generando que el nivel

de vibración sea tentativamente superior a $2,5 \text{ m/s}^2$.

De lo observado durante la investigación, el aprendizaje de la operación de los motores fuera de borda, es de carácter operativo empírico, la formación es transmitida de padre a hijo, de vecino a vecino, y en ningún caso se toma muy en cuenta medidas de prevención y protección frente a posibles afectaciones a la salud por efecto de las vibraciones.

Se recomienda que uno de las piezas que más se debe tomar en cuenta, es el estado de conservación del cobertor de hule que tiene el mango popero, ya que si este se encuentra deteriorado la atenuación de las vibraciones que se transmiten del motor a la mano de los operadores será alto, por tanto, esta pieza deberá ser remplazada penas presente signos de deterioro.

También, se recomienda que los dirigentes organicen charlas informativas de los riesgos a los que se enfrentan por operar motores fuera de borda, así como también, cursos formales para enseñar medidas de prevención y protección frente a los

riesgos que representa la operación de motores fuera de borda.

De acuerdo con la simulación desarrollada en el estudio se recomienda que en los viajes se cuente con dos operadores que desarrollen la actividad de forma alternada.

Dada la actual presencia de motores fuera de borda de 4 tiempos, se recomienda el estudio de los niveles de vibración que estos presentan para desarrollar comparaciones, y en función de esos resultados recomendar el uso de unos u otros.

Se debe solicitar a la comunidad científica la profundización del estudio de la cultura Cofán y su documentación, así como, el estudio de los problemas que este pueblo enfrenta, para que se puedan desarrollar propuestas y recomendaciones que les permita mejorar permanentemente su calidad de vida.

Bibliography

- Arias-Castro, G., & Martínez-Oropesa, C. (Octubre/Diciembre de 2016). Evaluación de la exposición al riesgo por vibraciones en el segmento mano brazo en compañías del sector metalmecánico. *SCIELO*.
- BOE. (2005). *Real decreto 1311 Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas*. Navarra: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Bovenzi, M. (2001). Vibraciones transmitidas a las manos. En P. Jeanne Mager Stellman, *Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo* (pág. 50.8). Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Subdirección General de Publicaciones.
- Cepek, M. L. (2018). *Life in oil: Cofán survival in the petroleum fields of Amazonía*. Texas: University of Texas Press.
- Falagan, M., Canga, A., Ferrer, P., & Fernández, J. (2000). *MANUAL BÁSICO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía*. Oviedo: Mieres.
- Heaver, c., Goonetilleke, k., Ferguson, & Shiralkar. (10 de Febrero de 2011). Hand–arm vibration syndrome: a common occupational hazard in industrialized countries. *SAGE*.
- INHST. (2009). *Exposición a vibraciones mecánicas. Evaluación del riesgo*.
- López, D. P. (1 de Marzo de 2018). Síndrome Vibratorio Mano-Brazo: Revisión literaria. *Medicina Legal de Costa Rica Edición Virtual*, págs. 1-2.
- Manuel Jesús Falagán Rojo, A. C. (2000). *MANUAL BÁSICO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía*. Oviedo.