





# Diseño de guante anti-vibración para herramientas percutoras

## Anti-vibration glove design for impact tools

 Brayan Stiven luna Mejía<sup>1</sup>  
 Johan Danilo Balbín Mazo<sup>2</sup>  
 Daniel Vélez Madrid<sup>3</sup>  
 Laura Isabel bedoya Corrales<sup>4</sup>

DOI: <https://doi.org/10.26495/icti.v9i2.2266>



### RESUMEN

Los problemas músculo esqueléticos han sido uno de los problemas obtenidos por las altas frecuencias proporcionadas por herramientas oscilantes, por lo tanto, Con la mecanización de los procesos productivos e industriales, se han optimizado, mejorado y facilitado las tareas, en Colombia una de las principales causas de riesgos laborales que ingresan en las eps son las de síndrome de túnel carpiano, que se debe a la realización de tareas que implican gran esfuerzo, posiciones manuales forzadas, herramientas vibratorias y presión en muñeca-mano. “El STC es una mononeuropatía, es decir, es el daño a un solo nervio o a un grupo de nervios que produce pérdida del movimiento, la sensibilidad u otra función de ese nervio con un conjunto de signos y síntomas que son el producto de la compresión del nervio mediano dentro del túnel del carpo”, explicó Layla María Tamer David, directora científica y conceptos médicos de la Nueva EPS. Para solucionar estas problemáticas se tiene como objetivo construir un prototipo de guante que permita mitigar el impacto en la salud de las personas que utilizan este tipo de herramientas de construcción que a su vez implican oscilaciones fuertes, identificando los elementos necesarios y las metodologías para la construcción del mismo.

**PALABRAS CLAVE:** Enfermedad laboral, guante Anti-vibración, herramientas percutoras, Nervios, prototipo, STC.

### ABSTRACT

Musculoskeletal problems have been one of the problems obtained by the high frequencies provided by oscillating tools, therefore, With the mechanization of productive and industrial processes, tasks have been optimized, improved and facilitated, in Colombia one of the main causes of occupational risks that enter the eps are those of carpal tunnel syndrome, which is due to the performance of tasks involving great effort, forced manual positions, vibrating tools and wrist-hand pressure.

---

<sup>1</sup> Corporación Universitaria Americana, Medellín, Colombia, balbinjohan2827@coruniamericana.edu.co. ORCID 0000-0002-6207-5468.

<sup>2</sup> Corporación Universitaria Americana, Medellín, Colombia, danielvelez14@outlook.com. ORCID 0000-0002-7907-8083.

<sup>3</sup> Corporación Universitaria Americana, Medellín, Colombia, lunabrayan9396@americana.edu.co. ORCID 0000-0003-0504-9295

<sup>4</sup> Corporación Universitaria Americana, Medellín, Colombia, libedoya@americana.edu.co. ORCID 0000-0001-9339-7243.

CTS is a mono neuropathy, that is, it is damage to a single nerve or a group of nerves that produces loss of movement, sensitivity or other function of that nerve with a set of signs and symptoms that are the product of compression of the median nerve inside the carpal tunnel," explained Layla María Tamer David, scientific director and medical concepts of Nueva EPS. To solve these problems, the objective is to build a prototype glove to mitigate the impact on the health of people who use this type of construction tools that also involve strong oscillations, identifying the necessary elements and the methodologies for its construction.

**KEYWORDS:** Occupational disease, Anti-vibration glove, striking tools, Nerve, prototype, STC.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los guantes sirven para proteger las manos, dependiendo de la profesión, cada trabajador debe utilizar un tipo de guante u otro (Timarán et al 2016), siendo que los guantes como EPI, son fundamentales para aislar, eliminar o alejar el riesgo del trabajador, así como proteger a este en todo momento (Portela, 2010). La seguridad que nos aporten los guantes es muy importante, pero también lo es la comodidad, una característica que nunca se puede dejar de lado: los profesionales que trabajan con sus manos y requieren un cierto contacto deben sentirse cómodos y protegidos, sin que esta protección entorpezca su tarea (Constans et al. 2018; Mazón & Orriols, 2018).

Los guantes aparecieron en los años 1980 con el objeto de atenuar la vibración transmitida al sistema mano-brazo (Turcot & Lehoux, 2016). Estos primeros estudios recurrieron a montajes especiales, no normalizados, de acelerómetros ubicados a nivel de la mano y de los dedos. Dichos estudios exigían conocer el comportamiento del sistema mano-brazo sometido a estímulos vibratorios, así como la identificación de los parámetros que podrían afectar la respuesta del sistema mano-brazo. Recién en 1996 se establece una norma internacional ISO a fin de medir, en laboratorio, la atenuación de la transmisión de la vibración que procuran los guantes (ISO:10819, 1996). En Japón, se estableció una norma similar en el 2007 (Shibata & Maeda, 2008). En los Estados Unidos, se elaboró una norma equivalente en el 2002 y se la actualizó en el 2014 (American National Standards Institute, S3.40-2002/2014). Los guantes antivibratorios forman parte de la categoría II de la norma europea EU Directive 89/686/EEC (Kaulbars & Walther, 2012). Para pertenecer a dicha norma categoría, los guantes deben ser certificados por un organismo reconocido internacionalmente y tener la marca CE.

Llevado esto a el contexto metropolitano se ve alta implicación de usos de herramientas vibratorias por parte de los operarios de construcción y obras civiles, se nota que estos operarios no toman medidas preventivas a la hora de utilizar este tipo de herramientas, es donde por una mala implementación de las ya mencionadas herramientas se está contribuyendo al desarrollo del síndrome de túnel carpiano, de este tipo de medidas nace la idea de crear un prototipo de guante que ayude a la disminución de dicha enfermedad, para que sea utilizado por todas aquellas personas que se ven implicadas en este tipo de trabajos, no obstante el propósito de la investigación es para innovar en los elementos de protección en la vida laboral.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El material se seleccionó utilizando el método de ponderación por puntos, en el cual se da la puntuación de 1 a 10, donde 1 es el rango más bajo y 10 el más alto impartiendo de las siguientes características.

- Precio: se selecciona esta característica ya que este juega un papel muy importante en el diseño, fabricación y distribución del prototipo.
- Accesibilidad: se presenta que esta característica sea perceptible y abordable tanto para usuarios finales como para fabricación
- Ergonomía: se trata de buscar que el prototipo sea eficiente, seguro y adaptable para que el usuario se sienta bien el uso de este.
- Diseño: el diseño debe ser agradable a la vista del usuario y sobre todo debe de estar fuertemente ligado con la ergonomía y confort.
- Confort: hace referencia a la comodidad para la utilización del guante.

**Tabla 1: Modelo ponderación por puntos**

Material	Precio	Accesibilidad	Ergonomía	Diseño	Total
Caucho Cloropeno	3.66	6	8.66	10	28.2
Naylo	1	9	6.33	7	23.3
Fibra SBR	6	2.33	7	10	25.3
Expandex TRP	5.33	7	3.66	8	23.9
Cuero sintético	3.33	9.33	10	10	32.66
Nitrilo NRB	1.33	3.66	10	8.33	23.66
Lana	10	2.33	8	9.33	29.66
Chamude	3.66	10	10	7	30.66
Lycra	5.33	7	3.66	8	23.9

Fuente: elaboración propia.

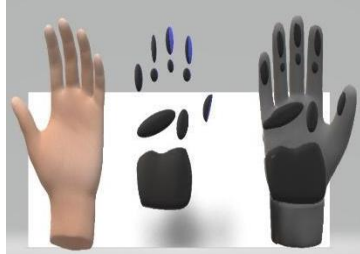

### Modelado implementado 1.0.

El modelado de este prototipo se realizó en el software incorporado de Microsoft Paint 3d, también se está trabajando en otros softwares como autodesk inventor y está basado en el uso y desgaste de un guante real, en el que se aplicaron pruebas con diferentes herramientas percutoras a lo largo de un mes y así se pudo determinar los puntos críticos que afectan de manera directa a los obreros este tipo de herramienta. En el lenguaje de los gráficos en 3D, un modelo es un archivo que contiene la información

necesaria para ver o “renderizar” un objeto en tres dimensiones. Este archivo contiene dos tipos de información (Moreno-Martínez, N. M., López-Meneses, E., & Leiva-Olivencia, J. J. (2018)).

**Nota:** se adjuntan dos enlaces en el cual hacen referencia a el diseño del prototipo en el software y otro a las imágenes alusivas sobre el diseño del prototipo real basado en puntos de críticos de apoyo de herramientas percutoras y bajo la metodología ponderado por puntos, el modelado de este prototipo se realiza sobre un guante de cuero tipo carnaza y sus puntos de apoyo están diseñados con caucho de llanta de carro de un espesor de 3-5ml lo que facilita la amortiguación de las vibraciones.

**Tabla 2: Modelado y puntos críticos**

Modelo 3D / implementado 1.0	Modelo Final / implementado 1.0
	

Fuente: Elaboración propia.

### Modelado 1.1

Al hacer pruebas en el modelo de implementación nos damos cuenta que al ser utilizado genera incomodidades es decir tiene un bajo nivel confort y ergonomía debido a que está diseñado en materiales tipo cuero de carnaza y dificultan los movimientos de los obreros, a este prototipo 1.1 se le hacen algunas mejoras en los puntos de apoyo para que así se pueda tener una cobertura más amplia al utilizar las herramientas, ahora bien bajo el método de ponderación por puntos se escogen los materiales que obtuvieron más alta por debajo de los seleccionados y se procede a realizar un prototipo funcional y esto se basa en la estadística de encuesta de los dos prototipos funcionales y de la tabla de diseño de experimentos bajo la modalidad de utilización de materiales para mejorar el rendimiento confort y ergonomía del diseño.

**Tabla 3: Modelado y aplicación**

Modelado 3D 1.1	Captura y muestra de prototipo 1.1
	

Fuente: Elaboración propia.

### 3. RESULTADOS

#### Aceptación de operación

Se realiza una serie de pruebas de aceptación al Prototipo, donde se sometieron los 4 prototipos de Guante a una serie de pruebas en campo, permitiendo determinar por medio de estas el prototipo más eficiente y teniendo en cuenta las variables como fuerza, resistencia, vibración, impacto y los atributos como ergonomía, diseño y confort.

Esta prueba consta de una tabla de satisfacción frente a los 4 prototipos vs 40 trabajadores de obras civiles ubicadas en Medellín y Yaruma Antioquia, a los cuales se les dio un criterio de satisfacción al utilizar cada uno de los 4 prototipos, después de esto se hizo un ponderado y se realizaron los promedios de las puntuaciones que variaban de 1 a 10 siendo 1 el criterio de calificación muy baja y 10 muy alto, alunizado los promedios de calificación el que obtuvo un resultado más alto fue el tercer prototipo que estaba realizado con tela, caucho sintético y ripio de neumático de automóvil (gomas de caucho sintético y natural).

Si tomamos estas puntuaciones como indicadores de la calidad del servicio, podemos construir un Índice de Satisfacción General con el Servicio (ISGS) que sintetice la información contenida en los distintos indicadores y refleje la calidad global del servicio desde el punto de vista de sus usuarios. (Gómez, 2002).

obreras	Prototipo1					Prototipo2					Prototipo3					Prototipo4					
vibracion	impulso	resistencia	ergonomia	confort	flexion	impulso	resistencia	ergonomia	confort	flexion	impulso	resistencia	ergonomia	confort	flexion	impulso	resistencia	ergonomia	confort	flexion	
1	8	5	8	4	10	3	5	10	2	10	3	7	10	3	4	7	4	5	5	4	5
2	4	7	4	3	4	3	8	5	4	3	5	8	2	3	3	10	4	7	4	5	7
3	5	4	10	4	3	4	3	4	3	5	5	8	4	5	3	3	3	3	7	5	10
4	5	2	10	10	7	3	10	2	5	8	10	4	3	4	3	5	4	5	7	3	10
5	5	8	5	7	7	8	2	2	5	7	8	7	10	7	5	3	3	5	3	3	5
6	3	5	10	10	3	2	5	10	3	4	2	2	3	3	4	3	2	3	1	3	8
7	2	3	5	10	5	5	7	3	7	4	2	7	7	5	5	5	10	8	5	2	3
8	1	3	10	4	2	1	4	1	8	5	2	5	4	2	10	3	5	4	3	2	1
9	8	3	5	10	4	10	8	3	1	3	7	3	1	8	3	1	4	3	7	1	2
10	5	7	2	7	2	5	10	4	4	7	3	5	3	3	5	5	4	5	3	8	3
11	2	3	10	10	3	1	3	8	1	1	10	2	10	1	8	7	7	4	1	3	8
12	3	5	3	2	1	5	8	10	5	10	5	8	7	3	2	10	5	5	10	3	5
13	3	5	2	5	1	5	7	5	8	3	7	4	5	2	2	5	10	1	8	10	7
14	10	7	1	7	3	8	4	8	3	2	1	7	1	3	10	4	5	10	4	1	7
15	3	5	4	1	4	3	3	5	3	3	4	5	2	3	2	7	3	4	5	3	8
16	3	2	10	3	5	4	2	1	5	8	5	10	5	5	10	2	7	10	3	4	10
17	5	1	5	5	5	1	3	10	5	3	2	4	8	7	10	7	8	1	2	5	4
18	5	5	3	7	1	5	8	2	7	8	7	10	1	10	2	7	10	3	1	7	3
19	5	3	1	5	2	2	3	4	1	5	1	5	3	2	5	10	5	4	5	1	2
20	10	2	5	2	8	3	7	8	5	4	7	4	8	5	3	10	7	4	7	8	1
21	4	7	5	2	2	10	3	1	5	5	8	5	7	5	5	3	3	5	2	10	4
22	2	4	5	2	7	3	4	5	3	4	1	4	8	7	4	4	3	5	5	2	7
23	3	10	5	8	4	2	5	3	4	1	10	4	5	10	10	5	7	5	10	1	7
24	3	8	3	2	10	1	3	1	2	3	3	4	7	8	10	5	4	7	5	5	5
25	3	3	5	10	8	7	5	2	4	2	5	8	3	2	5	8	5	4	10	5	5
26	5	10	1	10	2	10	4	1	5	2	5	8	2	2	4	3	5	5	1	3	8
27	4	7	2	7	3	5	1	5	1	3	3	3	2	8	5	2	5	3	7	10	3
28	4	3	3	8	8	2	7	10	5	8	3	4	5	10	10	2	6	10	7	4	6
29	5	3	5	3	5	2	7	5	10	10	7	4	8	5	4	3	4	8	3	5	1
30	4	10	3	5	2	4	4	10	4	3	2	10	3	2	4	7	4	2	7	7	3
31	8	7	1	5	1	5	1	10	1	3	8	2	4	1	3	4	3	7	3	4	6
32	10	3	2	1	2	3	10	5	5	5	5	8	3	6	8	2	5	8	1	11	4
33	3	10	4	2	10	5	7	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	7	10	2
34	4	5	10	2	5	7	10	2	3	2	3	2	4	10	5	3	4	7	5	10	3
35	3	1	8	4	8	2	4	3	8	1	3	7	5	10	3	8	3	3	3	8	3
36	3	3	8	3	5	3	3	10	4	4	3	7	5	1	4	10	8	7	3	2	5
37	7	8	5	3	1	5	3	3	5	7	10	5	7	8	5	10	5	3	7	1	5
38	2	2	5	3	1	7	2	7	3	3	3	2	8	7	1	1	5	4	2	3	1
39	7	1	2	5	4	2	8	4	5	3	3	1	5	5	7	10	5	2	1	3	1
40	2	5	3	3	3	2	10	5	5	8	10	2	8	5	3	5	10	3	5	2	1
	5,25	5,625	5,25	4,25	5,625	5,425	5,25	5,425	5,25	5,4	5,25	5,25	5,425	5,25	5,425	5,25	5,425	5,25	5,425	5,4	5,25

promedio de calificacion
Prototipo 1 5,825
Prototipo 2 5,654166667
Prototipo 3 5,816666667
Prototipo 4 5,454166667

Imagen 1: Pruebas de aceptación, elaboración propia.

promedio de calificacion	
Prototipo 1	5,3625
Prototipo 2	5,654166667
Prototipo 3	5,816666667
Prototipo 4	5,454166667

Imagen 2: Pruebas de aceptación, elaboración propia.

### **Regulaciones de pruebas.**

Por medio de la metodología de validación de clientes o usuarios, ayudaron a generar confianza para el desarrollo de los prototipos que se sometieron a las pruebas de aceptación, teniendo en cuenta que según esta prueba se tomó como referencia el prototipo número 3, esta prueba alfa y beta se realizaron en usuarios reales impulsando estrategias y para llegar a cumplir los objetivos, en la realización de las pruebas se llegó a una conclusión de que los obreros se quejaban acerca de que cuando llevaban mucho tiempo utilizando los guantes, se sentían muy sudorosos y esto debido a que estaban montado en netamente la palma de la mano por caucho sintético, lo que conlleva a tomar un nuevo guante y ensamblar el caucho sobre la malla o tela que cubre la palma de la mano, esto también ayudo mejorar la ergonomía y el confort del guante, debido a que ya no estaba ese material oclusivo en contacto directo con la piel.

Otra de las fallas detectadas es que al utilizar herramientas percutoras durante tiempos prolongados las almohadillas se desajustaban porque el ripio se acumulaba en un extremo de los bordes del caucho sintético y la maya de empalme, por consiguiente, se ensambló un nuevo guante con un relleno más adecuado para que no sucediera lo mismo, y esto tuvo un impacto positivo frente a la utilización del guante.

## **4. DISCUSIÓN**

Siguiendo el enfoque del objetivo general el cual es rediseñar un guante anti-vibratorio, que mejore el confort del usuario durante su uso y disminuya el impacto producido por la vibración generada por herramientas eléctricas portátiles.

Se ha implementado el prototipo al punto de alzar el objetivo por medio de las pruebas de aceptación, alfa y beta, dando así también cumplimiento a los objetivos específicos dejando así un prototipo funcional. Los guantes sirven para proteger las manos, dependiendo de la profesión, cada trabajador debe utilizar un tipo de guante u otro, siendo que los guantes, como EPI, son fundamentales para aislar, eliminar o alejar el riesgo del trabajador, así como proteger a este en todo momento.

La seguridad que nos aportan los guantes es muy importante, pero también lo es la comodidad, una característica que nunca se puede dejar de lado: los profesionales que trabajan con sus manos y requieren un cierto contacto deben sentirse cómodos y protegidos, sin que esta protección entorpezca su tarea.

## **5. CONCLUSIONES**

La reducción del impacto por oscilación se redujo notablemente sin embargo la comodidad, agilidad y el confort al momento de usar el guante se vieron reducidas al inicio después de realizar las pruebas alfa y beta el problema se corrigió y los obreros presentaron una mayor aceptación.

Luego de un análisis realizado en el prototipo se identifica que el grosor, tamaño y volumen del guante no eran los más adecuados para ejecutar trabajos en los que se requiera mucha precisión adicional se identifica dos oportunidad de mejora con respecto al diseño del prototipo y presentación el material definido determinando de esta manera que se debe concentrar el rediseño en los puntos de articulación

del guante de tal manera que los dobleces de los dedos sean más fluidos evitando los esfuerzos excesivos. Se debe seleccionar una presentación del material menos robusto de esta manera se obtendrá una adaptación más natural al movimiento de la mano.

## REFERENCIA

- Constans Aubert, A., Alonso Espadalé, R. M., & Pérez Nicolás, J. (2008). Utilización de los equipos de protección individual frente al riesgo biológico por el personal sanitario. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 54(210), 35-45.
- Dong, R. G., Rakheja, S., Schopper, A. W., Han, B., & Smutz, W. P. (2001). Hand-transmitted vibration and biodynamic response of the human hand-arm: a critical review. *Critical Reviews™ in Biomedical Engineering*, 29(4).
- Gómez, J. L. P. (2002). Estrategias de ponderación de la respuesta en encuestas de satisfacción de usuarios de servicios. *Metodología de encuestas*, 4(2), 175-193.
- Hewitt, S. (1998). Assessing the performance of anti-vibration gloves—a possible alternative to ISO 10819, 1996. *The Annals of Occupational Hygiene*, 42(4), 245-252.
- Laverde Zambrano, C. M. (2020). Relación de la escala de Boston con el test Neurodinámico del nervio mediano en el Síndrome del Túnel Carpiano, en “servidores públicos de la subsecretaría de presupuestos permanentes del Ministerio de Economía y Finanzas” durante el periodo abril-diciembre 2019 (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).
- Mazón, L., & Orriols, R. M. (2018). Gestión de guantes sanitarios. Protección adecuada del profesional, coste-efectividad y responsabilidad ambiental. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 27(3), 175-181.
- Moreno-Martínez, N. M., López-Meneses, E., & Leiva-Olivencia, J. J. (2018). El uso de las tecnologías emergentes como recursos didácticos en ámbitos educativos. *International Studies on Law and Education*, 29(30), 131-146.
- Portela, V. M. C. (2010). Prevención de riesgos laborales (3. a edición): *Normativa de seguridad e higiene en el puesto de trabajo*. Ideaspropias Editorial SL.
- Sakamoto, N., Furukawa, M., Kurokawa, M., & Maeda, T. (2019, March). Guided Walking to Direct Pedestrians Toward the Same Destination. In *Proceedings of the 10th Augmented Human International Conference 2019* (pp. 1-8).
- Timarán, D. A. V., Melo, C. J. B., Martínez, J. M. A., Miranda, P. S. H., & Zambrano, M. A. B. (2016). Determinación de las medidas de bioseguridad en clínicas y consultorios de pequeños animales en la ciudad de Pasto, Nariño. *Biosalud*, 15(2), 55-65.
- Turcot, A., & Lehoux, M. (2016). Los guantes antivibratorios: ¿una avenida de prevención eficaz y aplicable?. *Laboreal*, 12(Nº1).