



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

“EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A  
AGENTES DE RIESGO FÍSICO”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA  
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN  
MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL  
MEDIO AMBIENTE

JAIME JUAN JOSE MENDOZA ROSAS  
DAVID MARINO VERA REYNA

LIMA - PERU

2024



**ASESOR**

Mg. Pablo Cesar Gutierrez Falcon

**CO ASESOR**

Mg. Jonh Maximiliano Astete Cornejo

**JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

DRA. YANINA BAZAN PONTE

PRESIDENTE

MG. HENRY CUEVA VASQUEZ

VOCAL

DR. RAUL ASTETE CORNEJO

SECRETARIO (A)

### **DEDICATORIA.**

Con profundo gratitud, dedicamos este trabajo a nuestros padres, cuyo amor, apoyo y guía han sido la luz que ha iluminado nuestro camino.

A nuestras familias cuya paciencia y dedicación no solo han moldeado este trabajo, sino también nuestro desarrollo profesional y personal.

### **AGRADECIMIENTOS.**

A nuestro asesor Mg. Jonh Astete Cornejo quien, con su sabiduría, nos ha orientado para cumplir con la realización del presente trabajo.

### **FUENTES DE FINANCIAMIENTO.**

Trabajo de Investigación Autofinanciado

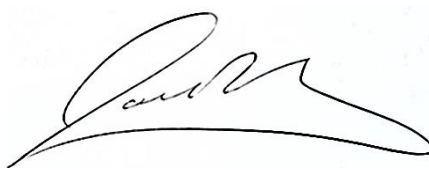
<b>DECLARACIÓN DE AUTOR</b>			
<b>FECHA</b>	<b>26</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>2023</b>
<b>APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO</b>	<b>Mendoza Rosas Jaime Juan Jose</b>		
<b>PROGRAMA DE POSGRADO</b>	<b>MAESTRÍA EN MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO AMBIENTE</b>		
<b>AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS</b>		<b>2016</b>	
<b>TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO</b>	<b>Exposición ocupacional a agentes de riesgo físico.</b>		
<b>MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO (marcar)</b>	<input type="checkbox"/> <b>TESIS</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>	
<b>Declaración del Autor</b>			
La presente Tesis es un Trabajo de Investigación de Grado original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
<b>Teléfono de contacto (fijo / móvil)</b>	<b>943 193 099</b>		
<b>E-mail</b>	<b>jaime.mendoza.r@upch.pe</b>		




---

Firma del egresado  
DNI 02873300

<b>DECLARACIÓN DE AUTOR</b>			
<b>FECHA</b>	<b>26</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>2023</b>
<b>APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO</b>	<b>Vera Reyna David Marino</b>		
<b>PROGRAMA DE POSGRADO</b>	<b>MAESTRÍA EN MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO AMBIENTE</b>		
<b>AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS</b>		<b>2012</b>	
<b>TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO</b>	<b>Exposición ocupacional a agentes de riesgo físico.</b>		
<b>MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO (marcar)</b>	<input type="checkbox"/> <b>TESIS</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>	
<b>Declaración del Autor</b>			
La presente Tesis es un Trabajo de Investigación de Grado original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
<b>Teléfono de contacto (fijo / móvil)</b>	<b>924 687 667</b>		
<b>E-mail</b>	<b>david.vera.r@upch.pe</b>		



Firma del egresado  
DNI: 41302154

## EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A AGENTES DE RIESGO FÍSICO

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>19%</b>	<b>17%</b>	<b>5%</b>	<b>11%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>pt.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to INACAP</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>dialnet.unirioja.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to unapiquitos</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>cdn.www.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>doku.pub</b> Fuente de Internet	



## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>11</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>II. EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A AGENTES DE RIESGO FÍSICO ...</b>	<b>18</b>
a. Clasificación De Los Agentes De Riesgo Físico.....	18
b. Características del Ruido .....	21
c. Información Visual .....	25
d. Proceso Visual .....	26
e. Clasificación de las Vibraciones .....	31
f. Vibración de Cuerpo Entero .....	31
g. Vibraciones en miembro superior .....	32
h. Variables que determinan la temperatura corporal.....	34
i. Regulación fisiológica en ambientes calurosos y fríos .....	34
j. Vasodilatación Periférica.....	35
k. Sudoración.....	35
l. Vasoconstricción .....	36
m. Escalofríos.....	36
n. Riesgo Ocupacional Presión Atmosférica .....	42
o. Monitoreo de los Agentes de Riesgo Físico en el Puesto de Trabajo.....	45
p. Medición de los Niveles de Iluminación .....	51
q. Equipo para medir vibraciones.....	53
r. Medición de Estrés Térmico.....	54
s. Evaluación Del Riesgo De Exposición Ocupacional A Agentes De Riesgo Físico	58
t. Riesgo De Exposición Ambiental Por Agentes Físicos Generados En Actividades Económicas .....	59
u. Medidas Preventivas Para Exposición Ocupacional Y Ambiental A Agentes De Riesgo Físico .....	63
<b>III. CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>

<b>IV.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>V.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>77</b>

## **RESUMEN**

Los trabajadores se enfrentan a varios riesgos físicos en el lugar de trabajo, incluida la exposición a niveles altos de ruido, la mala iluminación, las vibraciones en el uso de herramientas manuales y maquinaria, las temperaturas extremas y la exposición a radiaciones ionizantes y no ionizantes, los cuales pueden generar algún daño a la salud, por tanto es importante hacer monitoreos ocupacionales e implementar medidas de control y prevención, asegurando así un entorno de trabajo seguro y saludable. El objetivo del presente estudio es lograr que se desarrolle un documento de fácil consulta, sobre los riesgos físicos, a los que se exponen los trabajadores de los diferentes campos laborales del Perú. **Diseño:** se realizó un proceso de investigación documental. **Materiales y métodos:** se realizó la búsqueda de información de revistas indexadas, investigaciones científicas, metaanálisis, revisiones sistemáticas, documentos técnicos, normativas nacional e internacional. Una vez unificada toda la información recolectada, se procedió al análisis y desarrollo del estudio. **Resultados:** se desarrolló el estudio que incluyó a los principales agentes físicos como ruido, iluminación, vibraciones, las temperaturas extremas, presión barométrica y radiaciones ionizantes y no ionizantes. **Conclusión:** la prevención de riesgos laborales relacionados con agentes físicos ocupacionales requiere una combinación de enfoques técnicos, administrativos y educativos, así como en la práctica, monitorear estos agentes y la implementación de controles ingenieriles, el uso adecuado de equipos de protección personal, la capacitación permanente y la promoción de prácticas seguras como fundamento para proteger la salud de los trabajadores.

**Palabras clave:** Riesgos físicos, medicina del trabajo, salud ocupacional, riesgos ocupacionales, evaluación de riesgos.

## **ABSTRACT**

Workers face various physical hazards in the workplace, including exposure to high levels of noise, poor lighting, vibrations from the use of hand tools and machinery, extreme temperatures, and exposure to ionizing and non-ionizing radiation, all of which can cause health damage. Therefore, it is important to conduct occupational monitoring and implement control and prevention measures to ensure a safe and healthy work environment. The aim of this study is to develop an easily consultable document on the physical risks to which workers in different occupational fields in Peru are exposed. **Design:** A documentary research process was carried out. **Materials and Methods:** Information was sought from indexed journals, scientific research, meta-analyses, systematic reviews, technical documents, and national and international regulations. Once all the information was compiled, we proceeded with the analysis and development of the study. **Results:** The study was developed that included the main physical agents such as noise, lighting, vibrations, extreme temperatures, barometric pressure and ionizing and non-ionizing radiations. **Conclusion:** The prevention of occupational hazards related to physical occupational agents requires a combination of technical, administrative, and educational approaches, as well as practical monitoring of these agents and the implementation of engineering controls, proper use of personal protective equipment, ongoing training, and the promotion of safe practices as a foundation to protect workers' health.

**Keywords:** Physical hazards, occupational medicine, occupational health, occupational risks, risk assessment.

## I. INTRODUCCIÓN

El entendimiento que la exposición a los riesgos ocupacionales es la causa de muchas enfermedades (1), se produjo del análisis de grupos de trabajadores que presentaban mayor prevalencia de estas, la ausencia de registros hizo imposible el análisis de datos históricos y puso en evidencia la necesidad de documentar y registrar dichos hechos. Bernardino Ramazzini en su libro *De Morbis Artificum Diatriba* (*The Diseases of Workmen*) publicado en el año 1700 (2) marcó un hito en la salud ocupacional en el mundo, con su obra, inició el entendimiento de la exposición ocupacional a ciertos riesgos laborales y su relación con las enfermedades, esto como análisis de exposición en condiciones de trabajo formal y no formal.

Con la revolución industrial y expansión de las grandes industrias (3) se observó un incremento de las enfermedades relacionadas al trabajo y de la accidentabilidad, esto trajo que en el año 1920 se comenzara a emitir las primeras legislaciones en varios países desarrollados (4). En los años siguientes suscitaron hechos que sirvieron de base para la formación de lo que hoy son las instituciones estatales responsables de la fiscalización laboral, tanto en EEUU como en Canadá (3, 5).

Conocer la etiología y entender la historia natural de la enfermedad fue y será una necesidad en el campo de la medicina preventiva (6). Los estudios referentes a la etiología de la enfermedad en el campo de la salud ocupacional tienen inicios posteriores a los que realizó Bernardino Ramazzini, pero son muchos los médicos que evidenciaron el vínculo del trabajo y la enfermedad, como en Rudolf Virchow

al investigar la epidemia de Typhus, en los mineros de Silesia encontró: que las pésimas condiciones de trabajo y habitabilidad de los mineros y sus familias, encontrando esta característica en la población con mayor prevalencia de Typhus.(4), así mismo, son numerosos los médicos que describieron otro tipo de vínculo como, Glauber, Porcio y Secreta, Plemp, Kircher, Walter Pope en las diferentes áreas laborales de la época,(13), y fue Tanquerel des Planches, quien después de Ramazzini, realizó una extensa descripción de la intoxicación de los mineros por plomo (7).

La historia y los hechos han demostrado que la prevención es mejor que la reacción en términos económicos y de dolor humano, esto puso en evidencia la necesidad de herramientas que ayuden a gestionar recursos para evaluar y anticipar el riesgo de enfermedad. La higiene ocupacional como ciencia ganó protagonismo, siendo la responsable de determinar el método idóneo para la medición y evaluación de los riesgos ocupacionales y posteriormente, brindar las recomendaciones de controlar los riesgos identificados (8). Los riesgos que describiremos en el presente trabajo serán los riesgos físicos, estos serán: ruido, iluminación, vibración, temperatura (T° alta y T° baja), radiaciones ionizantes y no ionizantes y exposición a los cambios de presión atmosférica; el objetivo es lograr que sea una herramienta de fácil consulta, sobre los riesgos físicos, para los trabajadores de los diferentes campos laborales del país.

La literatura científica describe la asociación de enfermedad a varios agentes físicos, los cuales son descritos como posibles noxas para el desarrollo de



enfermedad, esto como consecuencia a la transferencia de energía (agente ruido, radiación ionizante y no ionizante, vibración y exposición a temperaturas; altas y bajas) (9); esto pone en evidencia teórica que las medidas de prevención más efectivas son aquellas que impiden el traspaso de energía, como lo son los equipos de protección personal, el aislamiento, las medidas de corrección de postura, la reducción del tiempo de exposición a los niveles de ruido y el control y reducción a la exposición a radiaciones no ionizantes y ionizantes (10, 11), todo esto con el objetivo de evitar la aparición o el incremento del deterioro físico que ocasiona la enfermedad ocupacional en el trabajador o la enfermedad relacionado con el trabajo.

Existe amplia y diversa literatura que evidencia la coexistencia de varias enfermedades en un mismo individuo (enfermedades crónicas no transmisibles), esto es algo que se está observando recurrentemente y es tendencia en los países en vías de desarrollo (12), como consecuencia de esto, se evidencia un incremento en las atenciones en los servicios de salud y es un factor determinante de riesgo para el aumento del tiempo de años vividos con discapacidad de la población económicamente activa, afectando negativamente los indicadores de salud como país, lo que va en contra de las políticas del país, de lograr el mayor bienestar de las personas, y disminuir la casuística de enfermedades crónicas no transmisibles (13).

Conocer las bases teóricas de los riesgos físicos, en toda su amplitud, además de la manera de medirla y controlarla (9), nos permitirá identificarlas y poder ejecutar medidas de control, ante estos agentes físicos, presentes en la mayoría de las

actividades en los diversos campos laborales, además; ello nos permitirá gestionar de forma idónea actividades de prevención como las medidas de protección personal u otros para el trabajador.

Por lo descrito, nos hemos planteado realizar una descripción de todos los riesgos físicos laborales identificados y descritos a los que se expone el trabajador en su puesto de trabajo, la descripción será producto de la revisión de la literatura vigente hasta la actualidad (9, 14, 15).

Ante lo expuesto se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo inciden los riesgos físicos en la salud de los trabajadores en las compañías de los diferentes sectores económicos?

## **II. EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A AGENTES DE RIESGO FÍSICO**

La salud y la seguridad en el trabajo son muy importantes a la hora de trabajar. Hay agentes ambientales en el trabajo que pueden ser peligrosos para la salud de los trabajadores, como ruidos fuertes, vibraciones, radiación ionizantes y no ionizantes, temperaturas extremas, o poca iluminación. En la presente investigación, se profundiza información en la investigación.

Por un lado se revisa la naturaleza causal de la enfermedad es propósito del método diagnóstico, esto con el desarrollo del método científico (16) en el campo de la medicina nos dieron la pauta para el desarrollo de trabajos de investigación en salud ocupacional.

Y por otro lado mostramos las características de los riesgos físicos y sus propiedades, nos dan la base teórica para conocer los efectos dañinos en el cuerpo humano (9, 14). Ante esto nosotros haremos una recopilación de las bases teóricas de los distintos riesgos físicos antes mencionados.

### **a. Clasificación De Los Agentes De Riesgo Físico**

Los agentes de riesgo físico pueden clasificarse en diferentes categorías, según su naturaleza y características:

**Ruido:**

Es uno de los agentes de riesgo físico más comunes en muchos entornos laborales. El ruido se considera un factor ambiental; Es un sonido no deseado y desagradable, definido como un sonido de gran amplitud que puede provocar enfermedades o interrumpir la comunicación. Respecto a la diferencia entre sonido y ruido, sabemos que el primero es cuantificable, mientras que el segundo se considera un fenómeno subjetivo. Fuentes de ruido en el trabajo pueden incluir maquinaria, equipos industriales, herramientas eléctricas y tráfico vehicular cercano (17, 18).

**Definición**

Ruido es todo sonido no deseado que tiene potencial de afectar negativamente a la salud de los trabajadores expuestos. Describiendo las propiedades físicas del sonido, como amplitud, período, frecuencia y longitud de onda y, además; de estudiar la naturaleza del sonido entenderemos su efecto sobre el sistema auditivo. El sonido es el resultado de la vibración de los cuerpos por lo que es considerado como una onda mecánica, esta onda puede propagarse a través de distintos medios (11).

El sonido es una vibración mecánica que tiene la capacidad de producir una sensación auditiva, esto como definición del estímulo físico, describiremos dos características:

- **Intensidad del Sonido:** Es la cantidad de energía de la onda sonora, la unidad de medida es el decibelio (dB)
- **Frecuencia del Sonido:** Es el número de vibraciones en una unidad de tiempo, esta puede ser en 1 segundo; así, un número alto de ciclos generará un tipo de sonido de tono agudo y un número bajo de ciclos a un tono grave (24).

Existen varios tipos de ruido, dependiendo de la tonalidad y frecuencia de cambio, ante esto describiremos los siguientes:

- **Ruido Continuo:** Es aquel en el que los niveles de presión acústica y el espectro de frecuencia no presenta amplias variaciones en función al tiempo. Ejemplo: ruido de motores eléctricos, bombas de agua y ruido ambiental de fondo.
- **Ruido Estable:** Es aquel que los niveles de presión acústica son constantes en el tiempo
- **Ruido Fluctuantes:** Es aquel que el nivel de presión acústica y el espectro de frecuencias presentan variaciones aleatorias en función del tiempo
- **Ruido transitorio:** Es aquel que el nivel sonoro comienza y termina en un período determinado
- **Ruido de Impacto:** Es aquel presente de forma súbita cambio de intensidad (19).

En el rubro industrial, el ruido es un tipo de sonido fuerte que ocurre cuando las máquinas se utilizan en diferentes industrias. Algunas máquinas hacen demasiado ruido, lo que no es bueno para las personas. Este ruido puede dificultar que las personas vivan cómodamente y puede dificultar que los trabajadores hagan bien su trabajo. También puede causar problemas de salud, como aumentar los niveles de estrés, insomnio.

#### **b. Características del Ruido**

La característica del ruido que nos permite percibir a menor o mayor distancia es el Nivel de Presión Sonora, esta es la cantidad de energía que transporta el sonido para su propagación, ante esto podemos inferir que a mayor nivel de presión sonora, mayor es la probabilidad de nocividad u molestia (20).

En Perú, dependiendo del sector utilizamos para el sector minero la siguiente tabla de exposición por tiempo, con una tasa de intercambio del 3 dB.

<b>Nivel de ruido en la Escala de ponderación "A"</b>	<b>Tiempo de Exposición Máximo en una jornada laboral.</b>
82 decibeles	16 horas/día
83 decibeles	12 horas/día
85 decibeles	8 horas/día
88 decibeles	4 horas/día
91 decibeles	1 1/2 horas/día
94 decibeles	1 hora/día

97 decibeles	1/2 hora/día
100 decibeles	1/4 hora/día

---

*Tabla 1. Tiempo de Exposición por Nivel de Ruido(3).*

En los procesos industriales el ruido es un riesgo de presencia común, esto varía según el tipo de industria y la naturaleza del sector económico. Identificado el riesgo ocupacional es responsabilidad en materia de prevención realizar las mediciones y emitir las recomendaciones de control con el objetivo de prevenir el daño en los trabajadores. Ante esto describiremos los métodos existentes, pero antes describiremos la base teórica de la Presión Sonora.

Repitiendo, el nivel de presión sonora es la cantidad de energía presente en la onda sonora, esta está medida en pascales, esta es representada en la siguiente formula:

$$Lp = 10 \log \left( \frac{PA}{P0} \right)^2$$

Donde:

Lp = Nivel de Presión Sonora

PA = Presión Acústica en pascales, con el filtro de la curva de ponderaciones en “A”

P0 = Presión Acústica de referencia,  $2 \times 10^{-5}$  pascales

Además, para medir el nivel de exposición diario equivalente emplearemos la siguiente fórmula:

$$LA_{eq,d} = LA_{eq,T} + 10 \log\left(\frac{T}{8}\right)$$

Donde:

$LA_{eq,T}$  = es el nivel de presión acústica continuo equivalente con el filtro de ponderaciones en "A"

T = es el tiempo de exposición a ruido, en horas/día

Sobre esta base, realizaremos la medición de la nocividad y molestia del ruido en el lugar de trabajo (ruido ocupacional), además, esto dependerá de los siguientes factores:

1. Nivel de Intensidad del Ruido
2. Tiempo de Exposición al Ruido
3. Frecuencia del Ruido
4. Intervalo entre las exposiciones al ruido
5. Sujeto Pasivo Receptor del Ruido



## **Iluminación:**

Con la definición: “Luz es la forma de energía que es capaz de captar el ojo humano y permite visualizar los objetos que la emiten” podemos iniciar este resumen de la exposición a riesgo ocupacional.

Existen teorías que debemos de tomar en cuenta antes de iniciar con la revisión básica de luminotecnia y los efectos de la luz en la salud (25).

## **Iluminación Inadecuada:**

Una iluminación deficiente puede provocar fatiga visual, accidentes y errores en la ejecución de tareas. Puede estar relacionada con la falta de luz natural, malas condiciones de iluminación artificial o deslumbramiento.

La iluminación en el lugar de trabajo es un aspecto crítico para la salud y el bienestar de los trabajadores. La iluminación adecuada en el lugar de trabajo no solo mejora la visibilidad y reduce la fatiga visual, sino que también puede tener un impacto positivo en el estado de ánimo y la productividad de los trabajadores.

La iluminación deficiente puede tener un impacto negativo en la salud y la seguridad de los trabajadores. La fatiga visual, los dolores de cabeza y las lesiones son solo algunos de los efectos adversos que pueden surgir como resultado de una iluminación inadecuada. Además, una iluminación inadecuada puede contribuir a

la falta de concentración, aumentar la tasa de errores y disminuir la eficiencia del trabajo (26).

Por otro lado, una iluminación adecuada puede mejorar el ambiente de trabajo y aumentar la motivación y la productividad de los trabajadores. La iluminación adecuada también puede ayudar a reducir el riesgo de accidentes y mejorar la calidad de los productos y servicios (25).

Para lograr una iluminación adecuada en el lugar de trabajo, es importante considerar factores como la cantidad de luz, la calidad de la luz, el contraste y la distribución de la luz. La cantidad de luz necesaria en un área de trabajo depende del tipo de tarea que se esté realizando. Por ejemplo, una tarea de precisión requiere una iluminación más intensa que una tarea de lectura (27).

La calidad de la luz se refiere a la temperatura del color, que puede influir en el estado de ánimo y la productividad de los trabajadores. La temperatura del color se mide en grados Kelvin (K) y puede oscilar entre 2700K (luz cálida) y 6500K (luz fría).

### **c. Información Visual**

La realización de labores (trabajo) requiere de un dinámico intercambio de información entre el medio laboral (máquinas, partes de maquinaria, etc.) y el trabajador.

La primera parte de este intercambio de información se realiza mediante los sentidos del cuerpo humano como: el oído, tacto y visión, entre otros. Dicho proceso de intercambio, en situaciones normales con el uso de la visión representa más de un 80% del total de información recolectada, ahí radica la importancia de un buen medio y método de intercambio adecuado, además de una adecuada salud visual (26).

Para poder definir como adecuada salud visual debemos de poder percibir adecuadamente lo siguiente:

- **Alcance:** Distancia de los objetos y persona
- **Velocidad:** Velocidad de la percepción de los objetos, esta debe de ser tan rápida como “un golpe de vista”.
- **Precisión:** La posición espacial del objeto en 3 dimensiones, la tercera dimensión se pierde en las personas con visión monocular
- **Contenido:** Traducción de la información por el cerebro, esta se traduce en una visión sintética del entorno.

#### **d. Proceso Visual**

Este proceso es el resultado de la interacción dinámica de 3 elementos:

- **Luz:** Es una forma de energía irradiada por diversas fuentes que es difundida por el espacio
- **Objeto:** Estructura que al recibir la luz sufre variación de sus características
- **Observador (ojo – órgano visual):** Sujeto receptor de la luz y del objeto iluminado.

Factores lumínicos que interactúan que permiten la detección de los objetos:

- **Uniformidad:** Es la distribución de la iluminación sobre la superficie iluminada a analizar
- **Nivel de luminancia:** Es la cantidad de luz que perciben los ojos del observador, producto del reflejo producido por la superficie iluminada, en dirección a ellos.
- **Deslumbramiento:** Es el fenómeno que se produce cuando en el campo visual hay áreas cuya luminancia es muy superior a la media total.
- **Modelado:** Es la cualidad de la iluminación que permite el reconocimiento del volumen de los objetos iluminados.
- **Color:** Es la capacidad de apreciación del color de los objetos iluminados en relación con los mismos iluminados con luz natural.

- **Estructura:** Distribución de los puntos de luz; dirección, uniformidades, zonas claras y oscuras, estética y estilo.

Los niveles de iluminación por espacio de trabajo dependerán de la normativa legal vigente de cada sector, en Perú la norma que nos indica los niveles de iluminación por cada espacio es Resolución Ministerial N.º375-2008-TR. Aprobar la "Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico"

Dejamos las definiciones de magnitudes de luminancia a considerar:

Magnitud	Símbolo	Unidad	Definición de la unidad	Relaciones
Flujo luminoso	$\Phi$	Lumen (lm)	Flujo emitido en un ángulo sólido por una fuente con una intensidad luminosa de una candela.	$\Phi = I \cdot \omega$
Cantidad de luz	Q	Lumen por segundo (lms)	Flujo luminoso emitido por unidad de tiempo.	$Q = \Phi \cdot t$
Intensidad luminosa	I	Candela (cd)	1/60 de la intensidad luminosa por cm <sup>2</sup> del "cuerpo negro" a la temperatura de fusión del platino (2046 K)	$I = \frac{\Phi}{\omega}$

Iluminancia	E	Lux (lx)	Flujo luminoso de un lumen que recibe una superficie de 1 m <sup>2</sup> (15)	$E = \frac{\Phi}{S}$
Luminancia	L	Candela por m <sup>2</sup> (cd/m <sup>2</sup> )	Intensidad luminosa de una candela por unidad de superficie	$L = \frac{I}{S}$

---

*Tabla 2. Magnitudes de Luminancia*

**Vibraciones:**

Las vibraciones son oscilaciones mecánicas que se transmiten a través del cuerpo del trabajador. Pueden ser de cuerpo entero (vibraciones generadas por vehículos o maquinaria) o de manos y brazos (28).

Las fuentes de vibraciones relacionadas con el trabajo pueden ser: máquinas, herramientas manuales, motores, vehículos, etc., debido a piezas móviles desequilibradas, flujos turbulentos de fluidos, efectos de objetos, impulsos, choques, etc. Características básicas de la oscilación. La característica física más importante de la vibración es la frecuencia, que se puede definir como el número de veces por segundo que se realiza un ciclo completo de vibración. Se miden en hercios (Hz) o ciclos/segundo (29).

La fuente de vibración puede ser dos tipos según segmento corporal afectado; las vibraciones mano brazo y cuerpo entero.

La vibración de todo el cuerpo ocurre cuando alguien está en una superficie que tiembla. El temblor recorre su cuerpo y sube hasta la cabeza. Entonces, cuando alguien está sentado en un camión lleno de baches, la sacudida va del camión a su cuerpo y luego a su cabeza (30, 31).

La vibración de todo el cuerpo ocurre cuando una persona se para o se sienta sobre una superficie vibrante. La vibración se transmite a través del cuerpo a la cabeza. Así que para una persona que está sentada en un bus y transita por un camino desigual, la vibración se trasmite desde la superficie, pasando a través del sistema de suspensión del vehículo al asiento y luego, a través del cuerpo y el esqueleto del conductor, al cráneo (29, 32).

Las vibraciones en valores de exposición alto son peligrosas en el trabajo, asimismo, la exposición durante mucho tiempo puede lesionar sus manos, brazos y otras partes de su cuerpo como la columna vertebral. También puede el colaborador experimentar aumento de la percepción del cansancio y aumento de nivel de estrés, es por lo que empleador tiene la responsabilidad para implementar medidas de control para disminuir o eliminar este agente ocupacional (29).

En algunas oportunidades, los trabajadores pueden experimentar temblores después del uso de las máquinas o herramientas en sus trabajos. Esto puede suceder en el sector construcción, o transporte. La vibración puede tener su origen de las propias máquinas o herramientas, aun estando nuevas. También puede provenir del uso de vehículos de transportes como buses, camionetas, automóviles en el traslado de los

trabajadores. Por otro lado, cuando la vibración es demasiado fuerte, el daño al trabajador es más rápido y grave (32, 33).

#### **e. Clasificación de las Vibraciones**

Tomando en cuenta la estructura corporal humana y observando las zonas de contacto las vibraciones se clasifican en dos tipos:

#### **f. Vibración de Cuerpo Entero**

Es aquella vibración mecánica que es transmitida a todo el cuerpo y se disipa en los 3 ejes.

La intensidad de la vibración ocasiona efectos en la salud de acuerdo con la intensidad de exposición.

<b>Frecuencia de la vibración</b>	<b>Efectos en la salud</b>
Por debajo de 1 Hz.	Mareos
3.5 a 6 Hz.	Efecto de Alerta
4 a 10 Hz.	Dolor en el Pecho y en el Abdomen
Próximo a 5 Hz.	Reduce motricidad manual
7 a 20 Hz.	Problemas de comunicación
8 a 10 Hz.	Dolor de espalda
10 a 20 Hz.	Dolor en el intestino y la vejiga



10 a 30 Hz.	Reduce la capacidad para el control manual y visual
10 a 90 Hz.	Reduce la capacidad para acciones visuales

---

*Tabla 3. Frecuencia de las vibraciones y efectos sobre el cuerpo humano (57).*

### **g. Vibraciones en miembro superior**

Es aquella vibración que se transmite circunscrita al sistema humano de mano-brazo en los 3 ejes

En Perú, de acuerdo con Resolución Ministerial N° 480-2008-MINSA, se aprueba la Norma Técnica de Salud N° 068, que establece el Listado de Enfermedades Profesionales, en la parte de enfermedades profesionales por exposición a agentes físicos se encuentra el listado de enfermedades a consecuencia de exposición a vibración.

El efecto negativo a la salud por exposición a la vibración en manos puede darse en los siguientes sistemas:

- Trastornos vasculares: fenómeno de Raynaud
- Trastornos neurológicos periféricos
- Trastornos de los huesos y articulaciones
- Trastornos musculares

- Otros trastornos que podrían presentarse por exposición aguda o crónica en el tiempo.

### **Temperaturas Extremas o Estrés Térmico:**

Las temperaturas extremas, ya sean calor excesivo o frío extremo, pueden afectar la salud y el rendimiento de los trabajadores. Pueden encontrarse en industrias como la metalurgia, la construcción, la agricultura y otras.

La termorregulación, como proceso fisiológico normal del cuerpo, juega rol importante en la homeostasis corporal y el mantenimiento de las constantes vitales. La importancia está asociada al control y estabilidad de funciones vitales en el cuerpo humano, tales como las funciones cardiovasculares, respiratorios, renales, endocrinos y otros.

El centro, responsable de la regulación de la temperatura corporal está localizado en el hipotálamo; específicamente en el área pre-óptica, en este punto se recibe la información proveniente de los núcleos parabraquiales que se encuentra localizadas en la médula y a la vez de los termorreceptores (10). Es indispensable la regulación de la temperatura corporal, esto debido a las constantes variaciones fisiológica se requiere mantener una homeostasis del medio interno de la célula (10).

## **h. Variables que determinan la temperatura corporal**

Describimos al gasto energético (GE) como la cantidad de energía que el cuerpo ha consumido; este es el total de la tasa metabólica basal, la termogénesis endógena (TE) y la actividad física (AF) (12).

El cuerpo, de las diversas fuentes de calor que recibe, tiene como principal fuente el calor metabólico (M); aportando gran parte de este calor el trabajo muscular; la actividad muscular genera calor, siendo esta, una de las principales fuentes responsables de la termorregulación. Existe otras fuentes de calor que medio ambiente transmite al cuerpo (siendo muy marcado el calor en verano y muy reducido en invierno); el medio ambiente aporta su cuota de transferencia de calor a través de los siguientes 2 mecanismos:

- **Radiación:** es la transferencia de calor mediante radiación electromagnética.
- **Convección:** es la transferencia de calor como consecuencia al movimiento masivo de moléculas dentro de los gases y líquidos

## **i. Regulación fisiológica en ambientes calurosos y fríos**

La energía calórica que el cuerpo humano desprende es el total de los procesos secos como radiación, convección y evaporación. Esta transmisión es posible gracias a las respuestas fisiológicas como vasodilatación periférica y sudoración.

Respuestas fisiológicas antagónicas cuando el medio es frío, el cuerpo humano al reducir la temperatura corporal se activan mecanismos responsables de compensar esta pérdida de calor y en consecuencia aumentar la temperatura corporal, dichos mecanismos son reducción del flujo sanguíneo periférico y escalofríos (titiriteo del cuerpo humano) (13).

#### **j. Vasodilatación Periférica**

La cantidad de sangre que recibe la piel está en el rango aproximado de 200 y 500 ml/minuto (siendo esto casi un 10% del total de sangre bombeada) de flujo sanguíneo en reposo y en un ambiente térmico neutro. En condiciones de hipertermia severa el flujo sanguíneo periférico puede alcanzar entre 7 y 8 l/minuto incrementando de 10% al 33% gasto cardiaco. El sistema vascular, por la capacidad contráctil y de dilatación de su pared tiene la capacidad de reducir o aumentar el flujo sanguíneo, así, mediante el flujo sanguíneo periférico se puede transmitir calor del núcleo a la periferia.

#### **k. Sudoración**

El sudor, por la concentración de iones es considerado una solución hipotónica, contribuye significativamente a la regulación térmica. En el cuerpo humano existen, distribuidas por toda la superficie corporal, cerca de 4 millones de glándulas sudoríparas, éstas glándulas son responsable de secretar sudor en respuesta al

incremento de la temperatura corporal, y la capacidad de producción de sudor de las glándulas decrece con la edad.

### **l. Vasoconstricción**

Considerará con una respuesta fisiológica eficaz contra la pérdida de calor en ambientes fríos, la vasoconstricción reduce el flujo sanguíneo periférico (nivel dérmico), siendo más pronunciada en las extremidades. El mecanismo de vasoconstricción periférica y vasodilatación es controlado por el sistema nervioso simpático.

### **m. Escalofríos**

Contracción aleatoria de las fibras musculares, este mecanismo se activa como consecuencia del enfriamiento del cuerpo, las personas con reducida cantidad de grasa corporal subcutánea tienen menor tolerancia al frío en comparación con personas con alta cantidad de tejido adiposo.

Entonces; podemos resumir lo descrito en la siguiente formula:

$$T_b = k T_c + (1-k) T_{sk}$$

**T<sub>b</sub>** = Temperatura corporal media

$T_c$  = La temperatura del núcleo es la temperatura corporal interna, esta se obtiene de la medición de la temperatura en la boca o el recto

$T_{sk}$  = Temperatura cutánea media o temperatura periférica

$k$  = factor de ponderación que varía entre 0.67 a 0.90 (20)

### **Radiaciones No Ionizantes**

La red eléctrica del Perú ha ampliado su área de cobertura. Durante el periodo de 1995-2007 la potencia instalada ha crecido de a casi el doble, y los clientes han aumentado a más del doble (34).

Las radiaciones pueden ser ionizantes (como rayos X y radiación gamma) o no ionizantes (como las radiaciones ultravioleta e infrarroja). Estas radiaciones pueden estar presentes en ciertos procesos industriales o en el uso de equipos de diagnóstico médico (35).

Con la evolución de la tecnología y el uso de dispositivos electrónicos a menor y mayor escala, las radiaciones electromagnéticas (REM) están aumentando en el lugar de trabajo. Las REM son ondas electromagnéticas que se propagan a través del espacio y dependiendo de su intensidad, pueden generar efectos negativos en la salud de los trabajadores (36).

Por lo general y mayor proporción, las fuentes de estas REM provienen de dispositivos de comunicación inalámbrica, como teléfonos móviles, radios y redes inalámbricas de internet, así como equipos médicos y de laboratorio, hornos de microondas y otras fuentes de alta frecuencia (37).

Los trabajadores que utilizan estos dispositivos durante largas horas pueden estar expuestos a niveles peligrosos de REM que pueden tener un impacto en su salud y en consecuencia de esta exposición, se pueden presentar desde síntomas menores, como dolores de cabeza y fatiga, hasta enfermedades más graves como el cáncer y la infertilidad. La exposición a REM también puede afectar el sistema nervioso central y el sistema inmunológico. Además, los trabajadores que están expuestos a niveles muy altos de REM pueden sufrir hasta quemaduras en la piel y problemas de visión (38).

Uno de los tipos más comunes de radiación no ionizante son los campos eléctricos y magnéticos. Estos campos se generan por la electricidad y el magnetismo, y pueden ser encontrados en una variedad de entornos de trabajo, incluyendo líneas de alta tensión, equipos eléctricos y electrónicos, y maquinaria industrial. La exposición a campos eléctricos y magnéticos puede tener efectos negativos en la salud, incluyendo dolores de cabeza, fatiga, mareos y problemas de sueño. Para minimizar los riesgos asociados con la exposición a campos eléctricos y magnéticos, se deben seguir las normas y directrices establecidas por las autoridades competentes, y se deben implementar medidas de control de ingeniería,

como el uso de pantallas de protección y la reducción de la exposición a través de la distancia (39).

Otro tipo de radiación no ionizante es la radiación ultravioleta. La exposición a la radiación ultravioleta puede causar quemaduras solares, envejecimiento prematuro de la piel y cáncer de piel. Los trabajadores que están expuestos a la radiación ultravioleta en el trabajo, como los trabajadores de la construcción y los trabajadores agrícolas, deben tomar medidas para minimizar los riesgos asociados con la exposición, como el uso de ropa protectora, sombreros y gafas de sol, y la aplicación regular de protector solar (40).

Los tipos de radiación no ionizantes más comunes presentes en los lugares de trabajo son:

**Campos eléctricos y magnéticos:** Estos campos se generan por la electricidad y el magnetismo, y pueden ser encontrados en una variedad de entornos de trabajo, incluyendo líneas de alta tensión, equipos eléctricos y electrónicos, y maquinaria industrial. La exposición a campos eléctricos y magnéticos puede tener efectos negativos en la salud, incluyendo dolores de cabeza, fatiga, mareos y problemas de sueño.

**Radiación ultravioleta:** La exposición a la radiación ultravioleta puede causar quemaduras solares, envejecimiento prematuro de la piel y cáncer de piel. Los trabajadores que están expuestos a la radiación ultravioleta en el trabajo, como



los trabajadores de la construcción y los trabajadores agrícolas, deben tomar medidas para minimizar los riesgos asociados con la exposición, como el uso de ropa protectora, sombreros y gafas de sol, y la aplicación regular de protector solar.

**Láseres:** Los láseres son otro tipo de radiación no ionizante que se encuentra comúnmente en el lugar de trabajo. La exposición a los láseres puede causar daño ocular y quemaduras en la piel. Para minimizar los riesgos asociados con la exposición a los láseres, se deben implementar medidas de control de ingeniería, como el uso de gafas de seguridad y la implementación de barreras de protección.

En general, aunque la radiación no ionizante no es tan peligrosa como la radiación ionizante, la exposición a estos tipos de radiación puede tener efectos negativos en la salud y seguridad en el trabajo. Por lo tanto, es importante que los trabajadores y empleadores tomen medidas para minimizar los riesgos asociados con la exposición a la radiación no ionizante (40).

### **Radiaciones Ionizantes**

La radiación ionizante es una forma de energía que puede causar la separación de electrones de átomos y moléculas. A diferencia de otras formas de radiación, la radiación ionizante tiene la capacidad de acumular localmente suficiente energía para expulsar electrones de los átomos con los que interactúa. Aunque la radiación

ionizante tiene muchos usos beneficiosos, como en la medicina y la industria, también puede ser peligrosa para la salud humana y el medio ambiente. Por lo tanto, es importante que se tomen medidas para proteger a los trabajadores y al público en general de los riesgos asociados con la exposición a la radiación ionizante. Esto incluye la implementación de medidas de seguridad radiológica en el diseño de puestos de trabajo, la vigilancia de la salud en el trabajo y la evaluación de los riesgos y beneficios de cada uso de la radiación ionizante (37).

La radiación ionizante se puede clasificar en dos tipos: directa e indirecta. La radiación ionizante directa está formada por partículas cargadas, como electrones, protones, partículas alfa, entre otras, que interactúan con la materia mediante la fuerza de Coulomb. Por otro lado, la radiación ionizante indirecta es producida por partículas sin carga, como los fotones con energía superior a 10 keV (rayos X y rayos gamma) y los neutrones. Además, la radiación ionizante se puede clasificar según su escala energética en lentos o térmicos (0-0,1 keV), intermedios (0,1-20 keV), rápidos (20 keV-10 MeV) y de alta energía (>10 MeV) (36).

La exposición a la radiación ionizante puede tener efectos perjudiciales sobre la salud humana. Estos efectos pueden ser de dos tipos: efectos somáticos y efectos heredables. Los efectos somáticos se manifiestan en los propios individuos expuestos y pueden ser agudos o tardíos. Las manifestaciones al corto plazo aparecen relativamente después de la irradiación y se deben principalmente a la depleción de células progenitoras en los tejidos afectados. Los efectos tardíos, como el cáncer, pueden no aparecer hasta que han transcurrido meses, años o décadas

después de la exposición (38). Los efectos heredables se manifiestan en los descendientes de los individuos expuestos y pueden incluir defectos de nacimiento y trastornos hereditarios. En general, los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes sobre la salud humana son muy amplios y van desde lesiones rápidamente mortales hasta cánceres, defectos de nacimiento y trastornos genéticos que aparecen meses, años o más de una década después. Por lo tanto, es importante tomar medidas para proteger a los trabajadores y al público en general de los riesgos asociados con la exposición a la radiación ionizante (35).

#### **n. Riesgo Ocupacional Presión Atmosférica**

##### **Por Reducción de la Presión Atmosférica:**

Es importante conocer los riesgos asociados a la exposición a altitudes elevadas y la reducción de la presión barométrica. La exposición a altitudes elevadas puede provocar una serie de efectos fisiológicos, como hipoxia, fatiga, dolor de cabeza, náuseas, mareos y otros síntomas. Además, la reducción de la presión barométrica puede aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como de accidentes laborales debido a la disminución de la capacidad cognitiva y la coordinación motora (28).

Para prevenir los peligros profesionales asociados a la exposición a altitudes elevadas, es importante realizar una evaluación de riesgos y establecer medidas de control adecuadas, como la aclimatación gradual, el uso de equipos de protección personal, la monitorización de la salud de los trabajadores y la implementación de

planes de emergencia. También es importante garantizar que los equipos de medición y muestreo utilizados en el trabajo estén calibrados para su uso a altitudes elevadas (41,42).

En resumen, la exposición a altitudes elevadas y la reducción de la presión barométrica pueden representar un riesgo significativo para la salud y la seguridad de los trabajadores. Es importante tomar medidas preventivas adecuadas para minimizar estos riesgos y garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable.

La exposición a altitudes elevadas y la reducción de la presión barométrica pueden tener varios efectos negativos en la salud de los trabajadores. Algunos de los efectos fisiológicos incluyen (43):

- **Hipoxia:** disminución de la cantidad de oxígeno en la sangre, lo que puede provocar fatiga, dolor de cabeza, náuseas, mareos y otros síntomas.
- **Alteraciones cardiovasculares:** aumento de la frecuencia cardíaca, hipertensión pulmonar, insuficiencia cardíaca derecha y otros problemas cardiovasculares.
- **Alteraciones respiratorias:** aumento de la frecuencia respiratoria, hiperventilación, hipoxemia y otros problemas respiratorios.
- **Alteraciones cognitivas:** disminución de la capacidad cognitiva, la memoria, la atención y la coordinación motora.

- **Otros efectos:** fatiga, deshidratación, trastornos del sueño, cambios en el apetito y otros efectos negativos en la salud mental y física.

Debiendo tener en cuenta que los efectos pueden variar según la altitud, la duración de la exposición y la salud general del trabajador. Por lo tanto, es fundamental realizar una evaluación de riesgos y establecer medidas de control adecuadas para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores expuestos a altitudes elevadas.

**a. Por Aumento de la Presión Atmosférica:**

Es importante comprender los riesgos asociados con la exposición al aumento de la presión barométrica en el lugar de trabajo. La exposición a altas presiones puede provocar trastornos por descompresión, que pueden ser graves e incluso mortales. Los trabajadores que trabajan en entornos de aire comprimido, como los buzos, son particularmente vulnerables a estos riesgos (41).

Para prevenir estos riesgos, es importante que los trabajadores estén capacitados y entrenados en los procedimientos de seguridad adecuados para trabajar en entornos de alta presión. Esto incluye seguir los procedimientos de descompresión adecuados y no acortar el tiempo de descompresión indicado. También es importante evitar sentarse en una posición encogida durante la descompresión, ya que esto puede aumentar el riesgo de trastornos por descompresión.

Además, es importante asegurarse de que los equipos y sistemas de aire comprimido estén en buen estado de funcionamiento y se mantengan adecuadamente. Los

trabajadores también deben estar capacitados para reconocer los síntomas iniciales de intoxicación por monóxido de carbono, que pueden ser un riesgo adicional en entornos de aire comprimido.

#### **o. Monitoreo de los Agentes de Riesgo Físico en el Puesto de Trabajo**

El monitoreo evalúa los niveles de exposición de los trabajadores a los materiales de trabajo mientras realizan sus funciones. Es importante mencionar que los resultados del monitoreo deben compararse con los límites aceptables establecidos por la normativa aplicable.

#### **Medición del Ruido Laboral (Ocupacional)**

La exposición al ruido en el trabajo puede tener una amplia gama de efectos negativos en los trabajadores, por lo tanto, es importante medir con precisión el ruido laboral y garantizar que se mantenga dentro de los límites de seguridad establecidos por las organizaciones internacionales de seguridad y salud en el trabajo. A continuación, se describen los principales métodos y herramientas utilizados para medir el ruido en entornos laborales (45):

#### **Medición inmediata (medición puntual)**

El Sonómetro: El instrumento más utilizado para medir los niveles de presión sonora. Estos dispositivos miden los niveles de ruido en momentos específicos

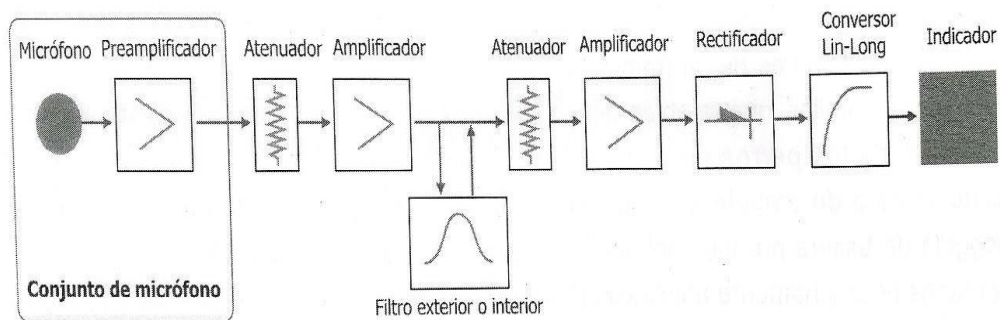
y en puntos específicos en el tiempo. Los medidores de nivel de sonido modernos a menudo tienen diferentes rangos de frecuencia y ponderaciones (por ejemplo, ponderación A, que imita la respuesta del oído humano), lo que permite mediciones más precisas y relevantes. Los sonómetros que se deben usar son la clase 1 o clase 2 según la norma IEC 61672-1:2002 o cualquiera que la sustituya (44).



*Figura 1: Medición de ruido con sonómetro (21).*

### **Medición de Ruido con Sonómetro**

Este dispositivo está compuesto por micrófono y el equipo que cuenta con los registros de las redes de ponderación y realiza la medición puntual en tiempo de exposición y para usarlo se deben seguir los siguientes pasos:



*Figura 2: Medición de ruido con sonómetro (56).*

### **Ajuste de calibración del equipo**

Para la calibración del sonómetro se puede tomar como referencia la norma española IEC 60942:2003 la cual se debe realizar anualmente y cada dos años en un laboratorio con trazabilidad a estándares nacionales y/o internacionales.

Antes de cuantificar la exposición al ruido, se debe asegurar que el equipo esté debidamente calibrado; de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Asimismo, se debe tomar en cuenta la fecha de la última revisión o ajuste de calibración (45).

Al final de la medición, se debe verificar la calibración del sonómetro y, dependiendo de la clase del sonómetro, se debe confirmar que no hay diferencia con los ajustes iniciales. Los certificados de calibración acústica y electrónica del sonómetro deberán estar vigentes de acuerdo con los tiempos señalados en los protocolos de referencia usados.

### **Revisión de condiciones meteorológicas**



Las mediciones deben realizarse en tiempo de clima libre de lluvia, llovizna, truenos ni granizo, porque generan ruidos adicionales al proceso productivo de una empresa.

Las aceras y las áreas de tránsito vehicular deben estar completamente secas para las mediciones de ruido. De lo contrario, está bien si está mojado.

Para mediciones al aire libre, el micrófono siempre está protegido por un parabrisas (46).

La velocidad del viento debería medirse y ajustarse de acuerdo con la curva de respuesta proporcionada por el fabricante del dispositivo de medición del parabrisas si la velocidad del viento supera los 3 m/s. La medición se detendrá si no la ajusta. Las mediciones en ese momento se registran en el informe correspondiente. Las mediciones de la velocidad del viento deben realizarse a la misma altura donde se instala el micrófono y en el mismo momento en que se realizan las mediciones de emisión de ruido. También es posible estimar la velocidad del viento a partir de mediciones de la velocidad del viento a diferentes alturas mediante métodos de cálculo generalmente aceptados.

### **Medición de Ruido con Dosímetro**

La dosimetría de ruido es una herramienta esencial para la salud ocupacional y puede utilizarse para cuantificar y controlar la exposición al ruido en el trabajo.

### **Concepto de dosimetría de ruido**

**Definición:** La dosimetría de ruido mide y registra la exposición al ruido de una persona durante un período de tiempo específico, generalmente basado en la jornada laboral.

**Propósito:** Establecer niveles de exposición al ruido para que los trabajadores no estén expuestos a niveles nocivos.

### **Uso de dosímetros de ruido**

Es un dispositivo que se le asigna al usuario durante la jornada de trabajo y realiza la medición constante de los niveles de ruido y hace el cálculo según la dosis de exposición expresada en porcentaje de dosis. Este dispositivo debe de cumplir las normas nacionales o internacionales de calibración para que sean validas, en el caso de Perú, las normas referentes a Calibración de Sonómetros (46).

**Características:** Los dosímetros son dispositivos portátiles usados por los trabajadores que registran los niveles de ruido durante un período de tiempo.

Datos recopilados: el dosímetro recopila datos como el nivel de presión sonora (LPS), los niveles de exposición diarios y los picos de ruido.

### **Funcionamiento del dosímetro de ruido**

Equipamiento: micrófono, sistema de almacenamiento de datos, pantalla de lectura y batería. Durante su uso, se coloca cerca al oído del trabajador y comienza el registro de datos, los cuales se refieren a la presión sonora, exposición total y picos de ruido.

Finalmente, en la interpretación de datos se determina el nivel de ruido diario que representa el nivel de ruido promedio al que estuvo expuesto un trabajador durante el día y la dosis porcentual que compara la exposición real con el límite permitido para un día de trabajo (47).



*Figura 3: Medición de ruido con dosímetro (58) .*

### **3. Ventajas de utilizar la dosimetría**

Personalización: El dosímetro tiene en cuenta los movimientos del trabajador y diferentes áreas del lugar de trabajo para registrar la exposición real del trabajador.

#### **p. Medición de los Niveles de Iluminación**

El dispositivo útil para la medición de los niveles de iluminación es denominado como Luxómetro; este dispositivo cuenta con una célula fotoeléctrica que la interactuar con la luz genera una débil corriente, de esto se concluye que a mayor intensidad de luz mayor intensidad de corriente (27).

#### **Método de Monitoreo**

Se pueden usar los siguientes equipos y determinación de la ubicación.

Luxómetro: Son instrumentos que se utilizan para medir los niveles de luz. Sienten la cantidad de luz (en lux) que incide sobre una superficie.

Ubicación: Es fundamental medir en áreas donde los trabajadores realizan tareas visuales y en puntos estratégicos del área de trabajo.

Hora: el monitoreo debe realizarse en diferentes momentos del día y en diferentes condiciones (por ejemplo, con y sin luz natural).



*Figura 4: Medición de Iluminación con Luxómetro.*

*Fuente: Imagen propia de los autores.*

### **Interpretación de datos**

Niveles recomendados: Diferentes tareas requieren diferentes niveles de luz. Por ejemplo, el trabajo de precisión requerirá más luz que los pasillos o las áreas de almacenamiento.

Volatilidad: es esencial considerar las fuentes de variabilidad, como la luz natural, la ubicación de la lámpara y la antigüedad de la lámpara.

#### q. Equipo para medir vibraciones

El equipo para medir las vibraciones en el lugar de trabajo se denomina Acelerómetro y sirve para medir la vibración en cuerpo entero y miembro superior (20).

Acelerómetros: Estos son dispositivos que detectan y miden vibraciones. Se colocan sobre superficies con las que los trabajadores entran en contacto, ya sea un asiento (cuerpo completo) o una herramienta (brazo).

Analizador de vibraciones: este dispositivo procesa la señal del acelerómetro y determina los parámetros relacionados, como la aceleración RMS, la frecuencia y la exposición diaria.

#### 3. Interpretación de los resultados

Niveles de actuación y límites de exposición: Es importante comparar las medidas obtenidas con los niveles recomendados por la normativa nacional e internacional.

Frecuencia: Diferentes frecuencias de vibración pueden tener diferentes efectos en el cuerpo humano, por lo que es importante considerarlas durante el análisis.



*Figura 5: Medición de Vibraciones de Cuerpo Entero con Vibrómetro.*

*Fuente: Imágenes propias de los autores.*

#### **r. Medición de Estrés Térmico**

Para realizar la medición del estrés térmico debemos de tener en cuenta las siguientes definiciones:

- **Estrés térmico**
- **TGBH**
- **Carga Calórica Ambiental**
- **Humedad Relativa**
- **Kcal/h**
- **Verificación**

#### **Metodologías de Monitoreo de Estrés Térmico**

**WBGT (temperatura de bulbo húmedo):** este es uno de los índices más utilizados para evaluar el estrés térmico. Combina temperatura de bulbo húmedo, temperatura de bulbo seco y temperatura radiante.

El método WBGT (Temperatura de bulbo húmedo) es una métrica que mide el estrés por calor en el ambiente circundante considerando una combinación de temperatura, humedad, velocidad del viento y radiación solar. Fue introducido por el ejército de los EE. UU. en la década de 1950 y desde entonces ha sido adoptado por organizaciones internacionales para medir y regular las condiciones de trabajo en ambientes calurosos (48).

#### **Fórmula del WBGT**

Para trabajos en exteriores con sol de manera directa:

$$\text{WBGT}=0.7\times\text{WB}+0.2\times\text{GT}+0.1\times\text{DB}$$

Para trabajo en interiores o exteriores sin sol directo:

$$\text{WBGT}=0.7\times\text{WB}+0.3\times\text{GT}$$

**Temperatura de bulbo húmedo (WB):** mide la humedad relativa y se mide con un termómetro estándar envuelto en una mecha húmeda. Este valor representa la capacidad de enfriar el cuerpo a través de la evaporación del sudor.

**Temperatura del globo (GT, temperatura de la Tierra):** medida por un termómetro que mide la radiación solar y se coloca dentro del globo. Este valor refleja la carga de calor radiante.



**Temperatura de bulbo seco (DB):** Es la temperatura ambiente medida con un termómetro expuesto al aire, pero protegido de la radiación directa.



*Figura 6: Monitor de Estrés Térmico (58).*

**Monitoreo de signos vitales:** algunos estudios han utilizado monitores portátiles que miden parámetros como la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal para evaluar los niveles de estrés por calor en tiempo real.

En higiene industrial, el monitoreo del estrés por calor es fundamental para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores. Más allá de las mediciones ambientales como WBGT, el monitoreo de signos vitales ofrece un enfoque individualizado para comprender cómo las personas responden fisiológicamente a las condiciones de calor (49).

### 1. Funciones biológicas relacionadas

Ritmo cardíaco: un aumento del ritmo cardíaco puede indicar una respuesta al estrés por calor a medida que el cuerpo intenta enfriarse aumentando el flujo de sangre a la piel.

Temperatura corporal: la temperatura interna elevada puede indicar un posible golpe de calor.

Transpiración: La transpiración es la respuesta natural del cuerpo al enfriamiento. Un aumento o disminución de la velocidad puede indicar estrés por calor.

#### 1. Método de seguimiento

Monitores portátiles: dispositivos que se colocan en el cuerpo o se integran en la ropa para medir la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal y otros signos vitales en tiempo real.

Cámara infrarroja: Permite la visualización de los cambios de temperatura en la superficie de la piel.

#### 3. Beneficios de la monitorización de signos vitales

Se puede observar los siguientes beneficios:

Personalización: las intervenciones se pueden adaptar a las reacciones individuales al calor.

Detección temprana: la capacidad de identificar a las personas en riesgo antes de que se desarrollen condiciones más graves.

#### **s. Evaluación Del Riesgo De Exposición Ocupacional A Agentes De Riesgo Físico**

La evaluación del riesgo por la exposición a los agentes físicos tiene diferentes especificidades según el factor que provoca el riesgo. Pero lo que tienen en común las sustancias físicas es que poseen cantidades medibles que son más o menos difíciles de cuantificar.

Por ejemplo, el nivel de ruido se mide en la unidad de decibelios y existen dispositivos que pueden medirlo (24). También existen dispositivos que miden fuerza de vibración, temperatura, dosis de radiación, intensidad de luz visible e infrarroja, etc.

La evaluación de los riesgos higiénicos por exposición a agentes físicos se realiza según la naturaleza de cada agente y según criterios establecidos y reflejados en la normativa nacional o internacional. Los resultados de la evaluación deben recogerse en fichas según el método usado.

Todos los impactos físicos están sujetos a regulaciones legales de cada país con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.

#### **t. Riesgo De Exposición Ambiental Por Agentes Físicos Generados En Actividades Económicas**

La exposición a agentes físicos en distintas actividades económicas puede generar importantes riesgos laborales. Estos agentes, como el ruido, las vibraciones, la iluminación inadecuada o las radiaciones, pueden afectar la salud y seguridad de los trabajadores si no se previenen de manera oportuna (50).

#### **Actividades Económicas y su Exposición**

**En la Construcción:** existe alto riesgo de exposición a ruido y vibraciones debido al uso de maquinaria pesada y herramientas eléctricas.

#### **Tipos de Agentes Físicos en la Construcción**

- **El Ruido:** producido por herramientas que usan aire comprimido, maquinaria pesada, y actividades que se martillado o discos de corte.
- **Vibraciones:** de mano brazo provenientes de herramientas manuales, como martillos percutores, taladros, o maquinaria pesada como compactadoras.

- **Estrés Térmico:** Cuando los trabajadores están expuestos al sol o a condiciones de frío extremo, especialmente en trabajos al aire libre.
- **Radiaciones:** Exposición, principalmente, a la radiación ultravioleta al trabajar al aire libre en horarios diurnos.
- **Iluminación inadecuada:** Trabajo en áreas poco iluminadas, como estructuras subterráneas o en turno nocturnos.

**En la Industria Manufacturera:** Exposición a ruido, vibraciones, iluminación inadecuada y, en ocasiones, radiaciones (51).

### **Tipos de Agentes Físicos en la Industria Manufacturera**

- **Ruido:** generado por máquinas, líneas de producción y plantas industriales.
- **Vibración:** Causada por equipo pesado y herramientas de mano con mucha energía.
- **Temperaturas extremas:** en fundiciones del vidrio o metales, procesos químicos o refrigeración.
- **Mala iluminación:** La mala iluminación en el área de trabajo puede causar fatiga visual.
- **Radiaciones:** incluye ionizantes como los rayos X durante la inspección de estructuras de alta presión o como las no ionizantes (infrarrojos cerca del horno).

**En la Agricultura:** Exposición al ruido de maquinaria agrícola, además de radiación ultravioleta por trabajo al aire libre (52).

### **Tipos de agentes físicos en la agricultura**

- **Ruido:** generado por maquinaria agrícola como tractores, cortadoras de maleza y sistemas de riego.
- **Vibración:** Ocurre cuando se opera maquinaria o vehículos en terrenos irregulares como tractores.
- **Temperaturas extremas:** exposición al sol y al frío, especialmente cuando se trabaja en ambientes externos.
- **Iluminación inadecuada:** cuando el trabajador se expone en su trabajo en horarios donde hay menos luz o en invernaderos.
- **Radiación:** Ultravioleta, principalmente de la luz solar directa.

**En la Minería:** La minería es una actividad muy antigua en el desarrollo humano. Sin embargo, es una de las que tiene mayor cantidad de riesgos ocupacionales, especialmente en términos de exposición física.

### **Tipos de agentes físicos en la Minería**

- **Ruido:** Generado por maquinaria pesada, trituradoras, molienda, excavaciones, explosiones y transporte subterráneo.
- **Vibración:** generada por maquinaria pesada y herramientas de mano con gran poder.
- **Temperaturas extremas:** tanto en minas a cielo abierto (radiación solar) como subterráneas (condiciones de calor extremo).
- **Mala iluminación:** La mayoría de las actividades mineras subterráneas se llevan a cabo en completa oscuridad.
- **Radiación:** Presencia de minerales radiactivos y exposición UV en minas a cielo abierto.

### **Tipos de agentes físicos en la Industria de las Telecomunicaciones**

**Telecomunicaciones:** Riesgo de exposición a radiaciones no ionizantes.

- **Radiaciones no ionizantes:** emitidas por antenas, repetidores y transmisores.
- **Ruido:** Generado por oficinas centrales, cuadros eléctricos, vehículos y herramientas utilizadas para la instalación y mantenimiento.
- **Iluminación inadecuada:** centro de monitoreo y durante los trabajos de mantenimiento nocturno.
- **Vibración:** generada por herramientas y maquinaria utilizada para instalar y reparar infraestructura.

Es importante tener en cuenta que las medidas de prevención pueden variar según la situación y las condiciones específicas del trabajo. Por lo tanto, es fundamental realizar una evaluación de riesgos y establecer medidas de control adecuadas para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores expuestos a altitudes elevadas (14).

#### **u. Medidas Preventivas Para Exposición Ocupacional Y Ambiental A Agentes De Riesgo Físico**

Los empleadores pueden hacer cosas para asegurarse de que los trabajadores no sufran demasiadas vibraciones mientras trabajan. Pueden poner cosas especiales en las máquinas para que vibren menos, usar herramientas que no vibren tanto, cambiar la forma en que se realizan las tareas para que vibren menos y dar a los trabajadores equipo especial como guantes y almohadillas para protegerlos. También pueden enseñar a los trabajadores sobre los peligros de las vibraciones y cómo mantenerse saludables (28).

Los trabajadores también pueden tomar medidas para protegerse de la exposición a las REM. Esto puede incluir el uso de auriculares con cable en lugar de dispositivos de comunicación inalámbrica, el mantenimiento de una distancia segura de las fuentes de REM y la limitación del tiempo de uso de dispositivos electrónicos (29).

#### **Medidas Preventivas ante la exposición a al ruido**



Control de fuentes: use máquinas y equipos con diseños silenciosos o realice modificaciones para reducir las emisiones de ruido (53).

Barreras acústicas y aislamiento: Colocar barreras que impidan la propagación del ruido o aislamiento en paredes y techos.

Diseño espacial: rediseñe el espacio de trabajo para minimizar los reflejos de sonido y maximizar la absorción.

Mantenimiento: Realice un mantenimiento regular de las máquinas y equipos para asegurarse de que estén en buen estado de funcionamiento y no generen ruido adicional.

Limite el tiempo de exposición: Establezca turnos de trabajo para limitar el tiempo de exposición al ruido de los trabajadores. Use equipo de protección personal (EPP): Proporcione protección auditiva, como orejeras o tapones para los oídos, que sea adecuada para el nivel y el tipo de ruido disponible.

Programas de formación: Informar a los trabajadores sobre los riesgos asociados al ruido y cómo utilizar correctamente los EPP.

## **Medidas Preventivas ante la Riesgo de Iluminación**

- **Selección adecuada de luminarias:** Uso de luminarias con la intensidad y tonalidad adecuadas para cada tarea (54).
- **Posicionamiento de luminarias:** Evitar ubicaciones que generen reflejos o deslumbramientos en las zonas de trabajo.
- **Uso de luz natural:** Promover el uso de luz natural en el diseño arquitectónico, considerando la colocación de ventanas y claraboyas.
- **Control de reflejos:** Utilizar materiales mate o tratamientos antirreflejo en superficies y herramientas de trabajo.
- **Limpieza y mantenimiento de las luminarias:** Limpiar y reemplazar regularmente luminarias y bombillas para asegurar una iluminación óptima.
- **Diseño ergonómico del espacio:** Considerar la distribución del espacio y la ubicación de las estaciones de trabajo en relación con las fuentes de luz.
- **Capacitación:** Educar a los trabajadores sobre la importancia de la iluminación adecuada y cómo pueden ajustarla si es necesario.

## **Medidas Preventivas ante la Vibraciones de Mano Brazo y Cuerpo Entero**

Elija máquinas y herramientas: elija equipos diseñados para minimizar las vibraciones, o reemplace los que generan fuertes vibraciones con opciones menos dañinas.

Mantenimiento: Mantenga las herramientas y la maquinaria en buenas condiciones para evitar el aumento de la vibración debido al desgaste o daño.

Aisladores: Instale sistemas de aislamiento y amortiguación en las fuentes de vibración y en los puntos de contacto con los trabajadores.

Diseño ergonómico: seleccione o ajuste las herramientas diseñadas para reducir la transmisión de vibraciones al sistema mano-brazo y proporcionar un agarre cómodo.

Rotación y descanso: Limite la exposición de los trabajadores a fuentes de vibración y proporcione un descanso adecuado. Educación y capacitación: eduque a los trabajadores sobre las fuentes de vibraciones, los riesgos involucrados y las técnicas y posturas de manejo adecuadas.

Equipos de Protección Personal (EPP): En caso de vibración mano-brazo se pueden utilizar guantes antivibración, aunque su eficacia puede ser limitada y no es la única medida de control mejor (55).

## **Medidas Preventivas contra la Radiaciones Ionizantes**

Existen varias medidas de prevención para proteger a los trabajadores y al público en general de los riesgos asociados con la exposición a la radiación ionizante.

Algunas de estas medidas son:

**1. Diseño de puestos de trabajo:** Los puestos de trabajo que implican la exposición a la radiación ionizante deben diseñarse de manera que se minimice la exposición. Esto puede incluir la instalación de barreras de protección, la limitación del tiempo de exposición y la implementación de sistemas de ventilación adecuados.

**2. Vigilancia de la salud en el trabajo:** Los trabajadores que están expuestos a la radiación ionizante deben someterse a exámenes médicos regulares para detectar cualquier efecto perjudicial sobre la salud.

**3. Evaluación de los riesgos y beneficios:** Antes de utilizar la radiación ionizante, se debe realizar una evaluación de los riesgos y beneficios de cada uso. Esto puede incluir la evaluación de alternativas no radiológicas y la implementación de medidas de seguridad adicionales si es necesario.

**4. Capacitación y formación:** Los trabajadores que están expuestos a la radiación ionizante deben recibir capacitación y formación adecuadas sobre los riesgos asociados con la exposición y las medidas de prevención.

**5. Monitoreo de la exposición:** Se deben utilizar dosímetros y otros dispositivos de monitoreo para medir la exposición a la radiación ionizante y garantizar que se mantenga dentro de los límites de seguridad.

**6. Gestión de residuos radiactivos:** Los residuos radiactivos deben gestionarse de manera segura y adecuada para minimizar la exposición a la radiación ionizante.

**7. Inspecciones y auditorías:** Se deben realizar inspecciones y auditorías regulares para garantizar que se estén implementando adecuadamente las medidas de prevención y que se estén cumpliendo los límites de exposición a la radiación ionizante.

### **Medidas de Prevención de Presión Barométrica**

Existen varias medidas de prevención que pueden ayudar a reducir el riesgo de trastornos por descompresión en trabajadores que están expuestos a altas presiones. A continuación, se presentan algunas de las medidas de prevención más importantes:

**1. Capacitación y entrenamiento:** Es importante que los trabajadores estén capacitados y entrenados en los procedimientos de seguridad adecuados para

trabajar en entornos de alta presión. Esto incluye seguir los procedimientos de descompresión adecuados y no acortar el tiempo de descompresión indicado.

**2. Mantenimiento adecuado de los equipos:** Es importante asegurarse de que los equipos y sistemas de aire comprimido estén en buen estado de funcionamiento y se mantengan adecuadamente. Los trabajadores también deben estar capacitados para reconocer los síntomas iniciales de intoxicación por monóxido de carbono, que pueden ser un riesgo adicional en entornos de aire comprimido.

**3. Vigilancia de la salud:** Los trabajadores que están expuestos a altas presiones deben someterse a exámenes médicos regulares para detectar posibles trastornos por descompresión. Los trabajadores también deben informar a su supervisor si experimentan algún síntoma después de la exposición a altas presiones.

**4. Uso de tablas de descompresión:** Las tablas de descompresión son herramientas que se utilizan para planificar la descompresión de los trabajadores que han estado expuestos a altas presiones. Estas tablas indican el tiempo de descompresión necesario para reducir gradualmente la presión ambiental y reducir el riesgo de trastornos por descompresión.

**5. Seguimiento de los procedimientos de seguridad:** Es importante que los trabajadores sigan los procedimientos de seguridad adecuados en todo

momento y no acorten el tiempo de descompresión indicado. También es importante evitar sentarse en una posición encogida durante la descompresión, ya que esto puede aumentar el riesgo de trastornos por descompresión.

En resumen, la prevención de trastornos por descompresión en trabajadores que están expuestos a altas presiones requiere una combinación de capacitación adecuada y uso de equipos adecuados (11)

### **III. CONCLUSIONES**

Conocer las bases de los agentes físicos es un aspecto fundamental para la prevención en cualquier entorno laboral. La exposición a diversos agentes físicos en el lugar de trabajo puede tener un impacto significativo en la salud de los trabajadores. Como gestores de la prevención, tras revisar exhaustivamente los distintos agentes físicos ocupacionales, podemos extraer conclusiones valiosas que enfatizan la importancia de una gestión adecuada del riesgo de exposición.

#### **Ruido y Vibraciones:**

La exposición constante a niveles elevados de ruido puede llevar a la pérdida auditiva y otros problemas de salud. La adopción de equipos de protección personal (EPP) como los protectores auditivos y la implementación de controles técnicos, como el aislamiento acústico, son esenciales para minimizar los riesgos asociados con el ruido. Las vibraciones también pueden tener un impacto negativo en la salud de los trabajadores, causando trastornos musculoesqueléticos. La selección adecuada de herramientas y equipos son medidas cruciales para prevenir los efectos sobre la salud.

#### **Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes:**

La exposición a radiaciones ionizantes, como las emitidas en la industria nuclear o médica, conlleva riesgos de cáncer y daño genético. El uso de blindajes y protocolos de seguridad estrictos es esencial para proteger a los trabajadores y al público en general. Por otro lado, las radiaciones no ionizantes, como las emitidas por dispositivos electrónicos y equipos de comunicación, han suscitado preocupación.



Aunque los estudios no han demostrado efectos claros en la salud, es prudente limitar la exposición a niveles seguros y fomentar la conciencia sobre el uso responsable de estos dispositivos.

#### Temperaturas Extremas:

La exposición a temperaturas extremas ya sea calor o frío, puede resultar en enfermedades como golpes de calor o hipotermia. La implementación de medidas de control, como sistemas de climatización y vestimenta adecuada, es esencial para mantener un ambiente de trabajo seguro y cómodo. Además, la educación sobre la importancia de la hidratación y el descanso en ambientes calurosos y la protección contra el frío son prácticas que deben ser promovidas.

#### Iluminación Inadecuada:

La iluminación deficiente puede causar fatiga visual y errores en la percepción de los trabajadores, lo que puede aumentar los riesgos de accidentes. La adopción de iluminación adecuada, tanto natural como artificial, junto con el uso de contrastes y colores apropiados, puede mejorar la seguridad y la calidad del trabajo. La ergonomía también desempeña un papel crucial al ubicar los objetos de trabajo en zonas bien iluminadas y evitar reflejos molestos.

#### Conclusiones Generales:

En resumen, la prevención de riesgos laborales relacionados con agentes físicos ocupacionales requiere una combinación de enfoques técnicos, administrativos y

educativos. La implementación de controles ingenieriles, el uso adecuado de EPP y la promoción de prácticas seguras son fundamentales para proteger la salud de los trabajadores. La capacitación constante y la concienciación sobre los riesgos asociados con los diferentes agentes físicos son pilares esenciales de una cultura de seguridad sólida en cualquier entorno laboral.

Como gestores responsables de la prevención de riesgos en el lugar de trabajo, nuestra labor se centra en garantizar que las empresas cumplan con las regulaciones locales y adopten las mejores prácticas en la gestión de riesgos ocupacionales

#### **IV. RECOMENDACIONES**

El ambiente de trabajo, independientemente de la naturaleza del tipo de trabajo, puede exponer a los trabajadores a una variedad de riesgos físicos; por lo que a continuación, se presentan recomendaciones, las cuales, están basadas en estándares nacionales e internacionales, con la idea de dar una guía en la gestión de la exposición a estos riesgos por parte del ser humano.

Como gestores responsables de la salud ocupacional, nuestra prioridad es garantizar la salud y bienestar de los trabajadores en su entorno laboral. La exposición a riesgos físicos puede tener efectos adversos en la salud a corto y largo plazo. Aquí presentamos una serie de recomendaciones para minimizar y gestionar eficazmente estos riesgos:

##### **1. Evaluación de Riesgos:**

Realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos físicos presentes en el lugar de trabajo es el primer paso crucial. Identificar y analizar los agentes físicos a los que están expuestos los trabajadores permitirá diseñar estrategias de prevención y control específicas.

##### **2. Ingeniería de Controles:**

Priorizar la implementación de controles ingenieriles para eliminar o reducir al máximo la exposición a los riesgos físicos. Esto puede incluir la instalación de aislamiento acústico para reducir el ruido, sistemas de ventilación adecuados para

disipar sustancias tóxicas y equipos ergonómicos para minimizar la vibración y posturas inadecuadas.

### 3. Uso de Equipos de Protección Personal (EPP):

Cuando no sea posible eliminar el riesgo completamente, se debe proporcionar EPP adecuado a los trabajadores. Esto incluye protectores auditivos, gafas de protección, guantes resistentes a productos químicos, entre otros, según el riesgo específico al que estén expuestos.

### 4. Capacitación y Concientización:

La educación continua es esencial. Proporcionar formación a los trabajadores sobre los riesgos físicos presentes, su impacto en la salud y las medidas de prevención a seguir. Fomentar la conciencia y el compromiso individual en la adopción de prácticas seguras fortalecerá la cultura de seguridad en el lugar de trabajo.

### 5. Monitoreo Ambiental:

Realizar mediciones regulares de los niveles de riesgo físico en el ambiente laboral. Esto permitirá identificar cambios y tendencias, ajustar los controles existentes y tomar medidas preventivas antes de que los niveles alcancen niveles críticos.

### 6. Rotación de Tareas y Descansos:

Implementar un sistema de rotación de tareas para reducir la exposición continua a un mismo riesgo físico es una medida de control administrativa. Además, establecer pausas regulares para descansar y recuperarse físicamente es fundamental para prevenir la fatiga y mantener la concentración en un nivel óptimo.

#### 7. Acceso a Servicios Médicos:

Garantizar que los trabajadores tengan acceso a servicios médicos y exámenes de salud regulares. La detección temprana de posibles efectos adversos y la vigilancia médica continua son esenciales para una intervención oportuna y un manejo adecuado de la salud de los trabajadores.

#### 8. Actualización y Cumplimiento Normativo:

Mantenerse informado sobre las regulaciones y normativas locales e internacionales relacionadas con riesgos físicos en el trabajo. Asegurarse de que la empresa cumpla con los estándares establecidos y, si es necesario, exceda esos estándares para proteger adecuadamente a los trabajadores.

#### 9. Participación y Comunicación:

Fomentar una comunicación abierta y constante entre la dirección, los trabajadores y el equipo prevención. Animar a los trabajadores a informar cualquier problema o preocupación relacionados con los riesgos físicos, lo que permitirá una respuesta rápida y eficaz.

En conclusión, abordar la exposición a riesgos físicos en el entorno laboral requiere un enfoque integral que combine medidas de prevención, educación, supervisión y colaboración. Como médico de salud ocupacional gestores del riesgo, nuestro objetivo es garantizar que los trabajadores puedan desempeñar sus funciones de manera segura y saludable. Al seguir estas recomendaciones y promover una cultura de seguridad, podemos crear un ambiente laboral donde la salud y el bienestar sean prioridades fundamentales.

## V. BIBLIOGRAFÍA

1. Institute of Medicine Committee to Assess Training Needs for Occupational S, Health Personnel in the United S. Safe Work in the 21st Century: Education and Training Needs for the Next Decade's Occupational Safety and Health Personnel. Washington (DC): National Academies Press (US) Copyright 2000 by the National Academy of Sciences. All rights reserved.; 2000.
2. Ramazzini B. De morbis artificum diatriba [diseases of workers]. American journal of public health. 2001;91(9):1380-2.
3. Abrams HK. A short history of occupational health. J Public Health Policy. 2001;22(1):34-80.
4. Virchow RC. Report on the typhus epidemic in Upper Silesia. 1848. Am J Public Health. 2006;96(12):2102-5.
5. The Effects of the Principal Arts, Trades, and Professions, and of Civic States and Habits of Living, on Health and Longevity; with a Particular Reference to the Trades and Manufactures of Leeds: And Suggestions for the Removal of Many of the Agents Which Produce Disease and Shorten the Duration of Life: Edinb Med Surg J. 1831 Jul 1;36(108):167-78.
6. What is Occupational Hygiene? 2023 [cited 2023 13/08/2023]. Available from: <https://www.ioha.net/about/occupational-hygiene/>.
7. Oxford Handbook of Occupational Health 3e. Sadhra S, Bray A, Boorman S, editors: Oxford University Press; 2022 01 May 2022.
8. INSHT EdS. Seguridad en el trabajo [en línea] INSHT [Fecha de consulta 10 de abril de 2023]. Capítulo 30 Higiene Industrial.

9. Domingo Pueyo A. Medio ambiente y exposición laboral a los agentes físicos, químicos o biológicos. 2016.
10. Kushalnagar R. Deafness and hearing loss. Web Accessibility: A Foundation for Research. 2019:35-47.
11. Outrey J, Pretalli JB, Pujol S, Brembilla A, Desmettre T, Lambert C, et al. Impact of a visual indicator on the noise level in an emergency medical dispatch centre - a pilot study. BMC Emerg Med. 2021;21(1):22.
12. Knauth P. Organización Internacional de Trabajo (OIT) Enciclopedia de salud y seguridad em el trabajo. Horas de trabajo. 2001;43(2).
13. Cortez KRR, Trujillo AOM, Hinostroza VCG, Paredes SJL. La prevención de riesgos laborales y su marco normativo. Perspectivas desde los Derechos Humanos. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional. 2021;6(11):1626-39.
14. Gallegos WLA. Historical review about occupational health and industrial safety. Revista cubana de salud y trabajo. 2012;13(3):45-52.
15. de la Poza Lleida JM. Seguridad e Higiene profesional, con las normas, comunitarias europeas y norteamericanas: Paraninfo; 1990.
16. Arouca S. La historia natural de las enfermedades. Revista Cubana de Salud Pública. 2018;44:220-8.
17. de Guevara Guerrero JL, Pueyo VM. Toxicología médica: clínica y laboral: Interamericana. McGraw-Hill; 1995.
18. Gaskin S, Currie N, Cherrie JW. What Do Occupational Hygienists Really Know About Skin Exposure? Ann Work Expo Health. 2021;65(2):219-24.

19. Cherry R. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Radiaciones ionizantes. Madrid. España. Gestión Editorial Chantal Dufresne, BA. pp.
20. Legetic B, Medici A, Hernández-Ávila M, Alleyne GA, Hennis A. Las dimensiones económicas de las enfermedades no transmisibles en América Latina y el Caribe. 2017.
21. Ramal-Moreno JS, Urday-Fernández D, Ricapa-Guerrero M, Sánchez-Salazar R, Cuba-Fuentes MS. Abordaje de problemas crónicos en atención primaria mediante el modelo tareas orientadas a los procesos de cuidado (TOPIC). Revista Medica Herediana. 2020;31(3):193-200.
22. Cañón-Montañez W. El método científico en las ciencias de la salud. Revista Cuidarte. 2011;2(1):94-5.
23. De la Salud OM. Casi 2 millones de personas mueren cada año por causas relacionadas con el trabajo. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news/item/16-09-2021-who-ilo-almost-2-million-people-die-from-work-related-causes-each-year>. 2021.
24. Benasayag EFM. El ruido nos mata en silencio. Documento presentado en Anales de Geografía de la Universidad Complutense Rev UCM. 2000;20(1):149-61.
25. Sanz MPG. Iluminación en el Puesto de Trabajo. Criterios para su evaluación y acondicionamiento. Línea] Available: <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Iluminacion/ficheros/IluminacionPuestosTrabajoN.pdf> [Último acceso: Octubre 2014]. 2011.



26. Geraldo AP, Paniza GM. ERGONOMÍA AMBIENTAL: Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos. Revista ingeniería, matemáticas y ciencias de la información. 2014;1(2).
27. Molina JJB, Arévalo CEM. Niveles de Iluminación y su Relación con los Posibles Efectos Visuales en los Empleados de una IPS de Bogotá. Movimiento científico. 2013;7(1):31-7.
28. Robledo FH. Riesgos físicos I: Ruido, vibraciones y presiones anormales: Ecoe Ediciones; 2014.
29. Comellas Fernández C, Hernández Rodríguez JE. Exposición a vibraciones generales en algunos puestos de trabajo. Rev cuba hig epidemiol. 1984:80-92.
30. Ormeño Bazurto LA. Riesgo físico y enfermedades profesionales en trabajadores que operan equipos de vibración en construcciones civiles. Revista San Gregorio. 2019(35):143-56.
31. Henao Robledo F. Riesgos físicos I: ruido, vibraciones y presiones anormales. Bogotá: Ecoe Ediciones Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/uguayaquil/69031>. 2007.
32. Alriols Maiques FdA. Evaluación de exposición a vibraciones mano y brazo en un puesto de trabajo de la industria de automoción: Universitat Politècnica de València; 2018.
33. Ibarra P, De La Vega E, Leon J. Aplicabilidad de la Norma Oficial Mexicana 024 de la Secretaria de Trabajo y Prevención Social (NOM-024-

- STPS) de Vibración en la Empresa Automotriz del Noroeste de Hermosillo, Sonora. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora.81.
34. Baca UV, Aita PG. Transición energética con energías renovables para la seguridad energética en el Perú: una propuesta de política pública resiliente al clima. *Espacio y Desarrollo*. 2018(31):195-224.
  35. Puerta-Ortiz JA, Morales-Aramburo J. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. *Revista Colombiana de Cardiología*. 2020;27:61-71.
  36. Badel AE, Rico-Mesa JS, Gaviria MC, Arango-Isaza D, Chica CAH. Radiación ionizante: revisión de tema y recomendaciones para la práctica. *Revista Colombiana de cardiología*. 2018;25(3):222-9.
  37. Araujo SMM, Torres PJR. Radiaciones ionizantes y efectos sobre la materia. *Ciencia e ingeniería Neogranadina*. 2002(12):31-9.
  38. Cascón A. Riesgos asociados con las radiaciones ionizantes. *Revista argentina de cardiología*. 2009;77(2):123-8.
  39. Cruz VM. Riesgo para la salud por radiaciones no ionizantes de las redes de telecomunicaciones en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 2009;26(1):93-103.
  40. Guerrero Abreu J, Pérez Alejo JL. Las radiaciones no ionizantes y su efecto sobre la salud humana. *Revista Cubana de Medicina Militar*. 2006;35(3):0-.
  41. Crossan MD, de Calvo OL. Integridad de la vía auditiva en buzos, expuestos a cambios de presión atmosférica. *Revista Científica Guacamaya*. 2022;7(1):30-9.

42. Hugues RT, Dávila YY. La presión atmosférica y los protagonistas del cambio de percepción. Memoria Investigaciones en Ingeniería. 2022(23):106-17.
43. Pesce JC. Mal agudo de montaña, edema cerebral y edema pulmonar de altura. Advertencia para trekkers y andinistas Comisión de Prensa y Difusión de la Sociedad Argentina de Medicina de Montaña sa. 2009;15.
44. I. O. f. Standardization, "ISO 1996-2", 2007.
45. Harris C, Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. 1995. Mc Graw Hill. 3º Edición. España.
46. Suter, A. H.. Standards and regulations. Noise and vibration control engineering: principles and applications, 669-702. 2002.
47. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).. Criteria for a recommended standard: Occupational noise exposure. U.S. Department of Health and. 1998.
48. Bernard, T. E., & Kenney, W. L. Rationale for a personal monitor for heat strain. American Industrial Hygiene Association Journal, 55(5), 505-514.1994
49. Smith, C. J. Development of a biofeedback system to prevent heat strain. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2(4), 199-205. 2005
50. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Exposición a Agentes Físicos en la Industria Manufacturera. Madrid: INSHT; 2019.

51. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Exposición a Agentes Físicos en la Industria Manufacturera. Madrid: INSHT; 2019.
52. López-Herrera F, Sánchez-García G. Medidas preventivas en la agricultura. Sevilla: Editorial Tecnos; 2021.
53. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). NTP 1032: Ruido: Estrategias de prevención. Madrid: INSHT; 2016.
54. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). NTP 1048: Iluminación en lugares de trabajo. INSHT 2017.
55. Ramírez, A. L., & Moreno, P. J.. Vibraciones laborales: Evaluación y control. Editorial Médica Panamericana. 2015.
56. Fundación Universitaria Iberoamericana. Higiene Ocupacional. FUNIBER. 2015.
57. Arias-Castro GdJ, Martínez-Oropesa C. Evaluación de la exposición al riesgo por vibraciones en el segmento mano brazo en compañías del sector metalmeccánico. Medicina y Seguridad del Trabajo. 2016;62:327-36.
58. Instruments P. Catálogo de Productos. 2023.