

INSTRUMENTOS DE HIGIENE INDUSTRIAL UNIDAD Nº I Ruido



Ideas Fuerza

- 1. El ruido es el responsable de un porcentaje importante de las enfermedades derivadas del trabajo y una de las fuentes de ruido más importante en la industria, se debe al mantenimiento deficiente de los equipos y maquinarias que se utilizan.
- 2. Los efectos que el ruido produce en las personas estará determinado por factores intrínsecos y extrínsecos, además de los componentes ambientales y una organización inadecuada de la jornada de trabajo.
- El desconocimiento de las normativas asociadas al ruido, genera que los empleadores no se ocupen de seleccionar equipos o maquinarias que cumplan con un diseño óptimo, una instalación estratégica y un mantenimiento adecuado de sus maquinarias.

Introducción

El ruido corresponde a uno de los agentes contaminantes más comunes en el ambiente laboral. Un gran porcentaje de los trabajadores se expone día a día a elevados niveles de presión sonora, lo que se traduce en un riesgo potencial de causar problemas en la audición, además de sufrir otros efectos para la salud.

Para evitar que se produzcan patologías u otro tipo de consecuencias de la audición existen diversas técnicas ingenieriles que se aplican a las fuentes generadoras de ruidos, pero cuando no se implementan dichas técnicas, los efectos que sufren los trabajadores pueden ser:

- Cambios de comportamiento con el entorno.
- Disminución o pérdida de la capacidad auditiva.
- Aumento de la accidentabilidad.
- Acufenos.
- Disminución de la productividad.
- Problemas de comunicación.
- Nerviosismo, estrés, etc.
- Problemas cardiovasculares.
- Entre otros.

1. TIPOS DE RUIDO

DEFINICIONES...

Ruido: corresponde a una perturbación que se propaga, como onda sonora, por un medio elástico (solido, líquido o gaseoso) y que produce variaciones de presión o vibración de partículas que son percibidos por el oído humano.

Presión sonora: corresponde al desplazamiento de las moléculas de aire que produce distintas variaciones mínimas de presión y que son percibidas por el oído humano.

El oído humano es capaz de percibir ruidos que fluctúan entre lo 20 Hz y los 20.000 Hz. Es por esto que los sonidos se clasifican en 3:

- Infrasonidos: presentan una frecuencia menor a los 20 Hz y no producen ningún tipo de sensación auditiva en las personas, es decir no son perceptibles.
- Sonidos: presentan frecuencias entre 20 Hz y 20.000 Hz y producen percepción auditiva en las personas.
- Ultrasonidos: presentan frecuencias mayores a los 20.000 Hz y tampoco producen ningún tipo de sensación auditiva en las personas.

El artículo 71 del Decreto Supremo 594, establece tres diferentes tipos de ruidos, los que se definen de la siguiente manera:

a) Ruido estable: es aquel que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo inferiores o iguales a 5 dB (A) lento, durante un período de observación de un minuto.

Por ejemplo el motor de un vehículo.

b) Ruido fluctuante: es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora superiores a 5 dB(A) lento, durante un período de tiempo de observación de un minuto.

Por ejemplo un taladro.

 c) Ruido impulsivo: es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.

Por ejemplo un disparo.

El ruido es el responsable de un porcentaje importante de las enfermedades derivadas del trabajo y una de las fuentes de ruido más importante en la industria, se debe al mantenimiento deficiente de los equipos y maquinarias que se utilizan.

Con relación a lo anterior, el desconocimiento de las normativas asociadas al ruido, genera que los empleadores no se ocupen de seleccionar equipos o maquinarias que cumplan con un diseño óptimo, una instalación estratégica y un mantenimiento adecuado de sus maquinarias.

Independiente del tipo de maquinaria, estas aumentaran su emisión sonora hacia el ambiente, si no se realiza de manera permanente un mantenimiento adecuado de esta, que incorpore:

- Lubricación.
- Alineación.
- Balanceo.
- Apriete de las partes, como mínimo.

Por tanto, todos los defectos que presenten las maquinas o equipos aumentaran el nivel de presión sonora y por ende, la contaminación acústica del puesto de trabajo también aumentara. Para evitar esto, además de realizar un mantenimiento permanente de las máquinas y equipos se recomienda sustituir procesos industriales ruidosos por otros que generen un menor nivel de presión sonora. Ejemplo de esto es sustituir el proceso de corte por choques por un corte con rayo laser.

2. EFECTOS DEL RUIDO EN LOS TRABAJADORES

2.1 El sistema auditivo

Antes de determinar cuáles son los efectos que el ruido produce en las personas, es necesario conocer cómo se comporta el sistema de audición.

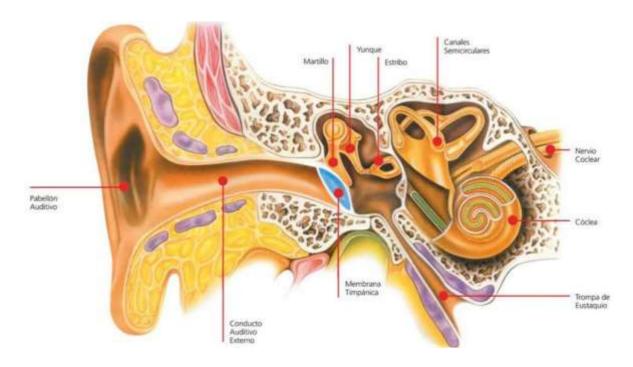


FIGURA 1: "El sistema auditivo".

FUENTE: http://biblioteca.colegiomedico.hn/product/fisiologia-del-sistema-auditivo/

El oído está dividido principalmente en tres partes. La primera parte es el oído externo compuesto por la oreja y el pabellón auditivo. La estructura de la oreja hace más fácil el ingreso de las ondas sonoras, direccionándolas hacia el canal auditivo externo que finaliza en el tímpano. El ruido hace que el tímpano vibre, logrando la separación del oído externo y el oído medio. Este movimiento del tímpano se produce hasta que llega a los huesos del oído medio.

La segunda parte es el oído medio que corresponde a un hueco denominado caja del tímpano. El oído medio se extiende desde el tímpano hasta la pared ósea del oído interno. Al interior del oído medio se encuentra un conjunto de huesecillos que en cadena cumplen con el objetivo de unión entre la membrana del tímpano con el oído interno.

La tercera parte corresponde al oído interno corresponde a los huesecillos en cadena compuesto por el martillo, el yunque y el estribo. Es sonido se transmite por medio del movimiento que se produce en la membrana del tímpano y llega al martillo, luego será transmitido hacia el yunque y finalmente al estribo. Este proceso finaliza en la ventana oval.

Por lo general, los efectos que el ruido produce en las personas estarán determinados por factores intrínsecos y extrínsecos, además de los componentes ambientales y una organización inadecuada de la jornada de trabajo.

Como los factores intrínsecos se puede indicar las características de las personas (sexo, edad, enfermedades, etc.), la distancia de la persona con el foco generador de ruido, el ambiente laboral, etc.

En el caso de los factores extrínsecos se pueden indicar las características propias del ruido (la frecuencia, el nivel de presión sonora, etc.), la dosis del ruido que la persona recibe, el tiempo de exposición al que se encuentre la persona, entre otros.

A continuación se detallan los efectos que produce el ruido en las personas, debido a la exposición laboral:

a) Disminución de la capacidad auditiva:

Este efecto se produce debido a un bloqueo mecánico de la transmisión del sonido al oído o bien debido a lesiones que sufren las células de la cóclea. En algunos casos, en muy pocas ocasiones, la perdida de la capacidad auditiva se debe a trastornos de procesamiento auditivo centra, esto quiere decir que los centros auditivos del cerebro no funcionan de la mejor manera.

b) Pérdida de audición producto del ruido:

Este tipo de efecto es una de las principales patologías laborales. Esta patología se desarrolla como consecuencia de la exposición a ruidos intensos.

Presenta síntomas como la incapacidad para oír sonidos de tonos altos. Este efecto no disminuye mientras el trabajador siga expuesto a niveles elevados de ruido, por el contrario se deteriorará la audición del trabajador hasta presentar problemas para oír tonos bajos. Este efecto se da para ambos oídos y es irreversible.

Cabe destacar que la pérdida de audición no solo es consecuencia de una exposición prolongada, sino que también se puede asociar a exposición breve a ruidos elevados o bien a la exposición a un solo ruido demasiado intenso, por ejemplo el ruido de un arma de fuego.

c) Acúfenos:

Corresponde a la sensación de zumbidos, explosiones o timbres que se sienten en el oído. Cuando ocurren exposiciones prolongadas el riesgo de sufrir esta consecuencia es elevado y mayor aun cuando existe un ruido impulsivo (ej. Detonación). Este efecto es la primera señal de que algo anormal sucede con el oído.

d) Sustancias químicas y ruido:

Existen sustancias químicas que se utilizan en algunos trabajos, que se denominan ototóxicas (tóxicas para el oído), esto quiere decir que los trabajadores que la utilizan corren el riesgo de presentar problemas auditivos producto de la utilización de estas sustancias.

e) El embarazo y el ruido:

La exposición prolongada de embarazas al ruido de los puestos de trabajo afecta directamente al feto. Los efectos del ruido que en ellas se producen son el aumento de la presión sanguínea y el cansancio. Es por esto que se deben evaluar mantener a la embarazada en sus puestos de trabajo (expuesta al ruido), ya que ni los elementos de protección personal protegerán al feto de sufrir daños.

f) Mayor riesgos de accidentes:

El ruido aumenta la posibilidad de sufrir accidentes laborales ya que; produce que las personas no escuchen no escuchen con dificultad las señales o alertas, no son capaces de identificar o escuchar los sonidos de peligro, aumenta la distracción de las personas, aumenta el nivel de estrés permanente.

g) Alteración de la comunicación oral:

La disminución de la capacidad auditiva sumada al ruido existentes en los puestos de trabajo hace compleja la comunicación oral, debido a que el ruido ambiente complica aún más la audición.

h) Estrés:

Esta condición se presenta cuando los trabajadores no son capaces, o requieren de mucho esfuerzo, para realizar las labores en su puesto de trabajo, pero no solo es ese el motivo, sino que también existen otras causas como por ejemplo el ruido, por ejemplo, el sonido incesante del teléfono, el motor de una maquinaría, etc. pero además se relaciona con la naturaleza y tono del ruido, el nivel de esfuerzo que el trabajador requiere para realizar dicha labor, el trabajo específico que realiza la persona y los factores personales del trabajador.

3. CALCULOS BÁSICOS DE RUIDO

DEFINICIONES:

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq): Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.

Nivel de Presión Sonora Máximo (NPSmax) Es el máximo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.

Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPSmin) Es el mínimo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.

Respuesta Lenta o Slow Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) Lento.

Nivel de Presión Sonora Peak (NPSpeak) Nivel de presión sonora instantánea máxima durante un intervalo de tiempo establecido. No debe confundirse con NPSmáx, ya que éste es el máximo valor eficaz (no instantáneo) en un periodo dado.

Durante la jornada de trabajo, los empleados se exponen a diversas fuentes sonoras, que emiten sonidos en distintos niveles de presión sonora. En estos casos se debe evaluar el nivel de presión sonora, con la siguiente formula:

NPS
$$_{T} = 10 * LOG \sum_{i} 10^{N_{i}/10}$$

Dónde:

NPS t: nivele de presión sonora total

El: sumatoria de los antilogaritmos

10 n: antilogaritmo de cada medición de NPS parcial

Ni/10: NPS de la muestra dividido 10

Por ejemplo:

Existen 3 fuentes de presión sonora:

NPS1: 97 NPS 2: 95 NPS 3: 85

NPS = $10 \log (10^{97/10} + 10^{95/10} + 10^{85/10}) = 99,3db$

En el caso del nivel de presión sonora continuo equivalente, la formula a utilizar será la siguiente:

 $NPS_{eqT} = 10 \times log 1/T \sum_{i} T_{i} \times 10^{Ni/10}$

Dónde:

NPSeqt: nivel de ruido continúo equivalente durante el tiempo total del estudio T. Es el valor que marcara el aparato de medición.

Ni: nivel de ruido continúo equivalente durante el tiempo Ti.

Ti: tiempo con el nivel de ruido equivalente Ni.

T: tiempo total del estudio.

Por ejemplo:

Se evalúa un puesto de trabajo donde los trabajadores se exponen durante su jornada laboral a 4 horas 98 dB, 1 hora 104 dB y 3 horas 75dB:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{8} \left((10^{\frac{75}{10}} \times 3) + (10^{\frac{104}{10}} \times 1) + (10^{\frac{75}{10}} \times 3) \right)$$

Leq = 95 dBA

El artículo 74 del decreto supremo 594 establece que "los niveles de presión sonora continua equivalentes, distintos a 85 dB(A) lento, se permitirán siempre que la exposición a ruido del trabajador no supere los valores indicados en la siguiente tabla":

NPSeq (dBA			
lento)	Tiempo de exposición por día		
	Horas	Minutos	Segundos
80	24		
V	20,16		
82	16		
83	12,7		
84	10,08		
85	8		
86	6,35		
87	5,04		
88	4		
89	3,17		
90	2,52		
91	2		

92	1,59		
93	1,26		
94	1		
95		47,4	
96		37,8	
97	30		
98	23,8		
99	18,9		
100	15		
101	11,9		
102	9,4		
103	7,5		
104	5,9		
105	4,7		
106	3,75		
107	2,97		
108	2,36		
109	1,88		
110	1,49		
111	1,18		
112		56,4	
113		22,62	
114		35,43	
115		29,12	

Tabla 1: "Tiempo de exposición diaria" Fuente: Decreto Supremo 594

En el artículo 76 del decreto supremo 594 se menciona que "cuando la exposición diaria a ruido está compuesta de dos o más periodos de exposición a diferentes niveles de presión sonora continuos equivalentes, deberá considerarse el efecto combinado de aquellos periodos cuyo NPSeq sean iguales o superiores a 80 dB(A) lento. En este caso deberá calcularse la dosis de ruido diaria (D), por medio de la siguiente formula":

$$D = \frac{Te1}{Tp1} + \frac{Te2}{Tp2} + \dots \frac{Te_n}{Tp_n}$$

Dónde:

Te = tiempo total de exposición a un determinado NPSeq Tp = tiempo total permitido de exposición a ese NPSeq La dosis de ruido diaria máxima permisible será 1 (100%)

Además, se establece que no se permite que trabajadores que no cuenten con su protección auditiva se expongan a niveles de presión sonora continuos equivalentes mayores a 115 dB(A) lento, independiente del tipo de trabajo que se realice.

En el caso del ruido impulsivo, el decreto supremo 594 establece que se debe medir en nivel de presión sonora peak expresado en decibeles ponderados C, expresado como dB(C)Peak. Para este tipo de ruido no se debe superar los 95 dB(C)Peak en una jornada laboral diaria de 8 horas.

El artículo 80 del decreto supremo 594 menciona que "los niveles de presión sonora peak diferentes a 95 dB(C)Peak, se permitirán siempre que el tiempo de exposición a ruido del trabajador no exceda los valores indicados en la siguiente tabla":

NPSeq (dBA			
lento)	Tiempo	de exposi	ción por día
	Horas	Minutos	Segundos
90	24		
91	20,16		
92	16		
93	12,7		
94	10,08		
95	8		
96	6,35		
97	5,04		
98	4		
99	3,17		
100	2,52		
101	2		
102	1,59		
103	1,26		
104	1		
105		47,4	
106		37,8	
107		30	
108		23,80	

109	18,90	
110	15	
111	11,90	
112	9,40	
113	7,50	
114	5,90	
115	4,70	
116	3,75	
117	2,97	
118	2,36	
119	1,88	
120	1,49	
121	1,18	
122		56,25
123		44,65
124		35,44
125		28,13
126		22,32
127		17,72
128		14,06
129		11,16
130		8,86
131		7,03
132		5,58
133		4,43
134		3,52
135		2,79
136		2,21
137		1,76
138		1,40
139		1,11
140		1

Tabla 2: "Tiempo de exposición diaria"
Fuente: Decreto Supremo 594

En este caso, también se prohíbe que los trabajadores que se expongan a niveles de presión sonora peak superiores a 140 dB(C) peak no utilicen protección auditiva, independiente del trabajo que realicen.

Existe además otra forma de determinar el tiempo máximo permitido de exposición laboral, aparte de la información mencionada en la tabla 1. Para determinar esto, se utiliza la siguiente formula:

$$Tp=rac{1\,6$$
oras $}{2(rac{NPS-82}{3})}$

Dónde:

16 horas = tiempo máximo de exposición laboral por jornada día.

NPS = nivel de presión sonora medido en el lugar de trabajo.

82 = valor referencial en la protección auditiva.

2 = valor de división para jornada de 8 horas.

3 = valor de división de potenciación sonora.

Por ejemplo:

Al determinar el tiempo de exposición diario permitido para un trabajador que se expone a 90 dB, sería:

$$\frac{90 - 82}{3} = 2,67$$

$$Tp = \frac{16}{2^{(2.67)}} = 2,51 \text{ horas}$$

Conclusión

La causa más común de la concentración de altos niveles de presión sonora en los puestos de trabajo, se debe a la falta de mantenimiento de equipos y maquinarias, la mala ubicación de las maquinarias, entre otros.

Para evitar el aumento progresivo de los niveles de presión sonora, los empleadores deben buscar la mejor ubicación para instalar las maquinarias y mantener un calendario periódico de mantenimiento y revisión de maquinarias y equipos.

Por otra parte, el cálculo de los niveles de presión sonora y tiempo de exposición aporta información para la creación de programas de control de ruido, donde se especificará el tiempo máximo que los trabajadores pueden estar expuestos a determinados niveles de presión sonora. Cabe destacar que la utilización de equipos de protección personal auditivos es de carácter obligatorio cuando existan más de 85 dB (A).

Bibliografía

Cortez Diaz J.M. (2007). Tecnicas de prevención de riesgos laborales. Novena edición, Editorial Tebar. Madrid, España.

Grupo de acustica. (S.f.). Sistema auditivo humano. 06 de Junio del 2016, de Grupo de acustica Sitio web:

http://www.ehu.eus/acustica/espanol/fisiologia1/siaues/siaues.html

Ministerio de Salud. (1999). Decreto Supremo 594, aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas de los lugares de trabajo. 06 de Junio del 2016, de Ley Chile Sitio web: http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766

Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. (2005). Los efectos del ruido en el trabajo. 08 de Junio del 2016, de Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo Sitio web: https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/factsheets/57

Ministerio de Salud. (1999). APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BASICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO. 10 de Junio del 2016, de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile Sitio web:

http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766





INSTRUMENTOS DE HIGIENE INDUSTRIAL UNIDAD Nº I Ruido





Ideas Fuerza

- Los elementos de protección auditivo deben ser los correctos y para esto se debe analizar el nivel de presión sonora al que se expone el trabajador, las técnicas de control implementadas y las características individuales de cada trabajador expuesto.
- Las capacitaciones o actividades de formación juegan un rol fundamental, ya que cuando los trabajadores adquieren conocimiento de las consecuencias que trae la exposición a ruidos elevados, estos pueden aportar con un control del ruido de manera consciente.
- 3. La norma Chilena exige que todos los fabricantes, importadores o comercializadores del elemento de protección auditiva otorguen a los clientes una ficha informativa en español que especifique el uso adecuado, mantenimiento del elemento, limitaciones del uso y advertencias de seguridad.



Introducción

El ruido es uno de los contaminantes ambientales que más generan patologías laborales. Es por esto que las técnicas orientadas a su control y reducción presentan real importancia.

Las técnicas dirigidas a la reducción y control de ruido, no solo son responsabilidad legal del empleador, sino que además debe ser de un interés relevante del trabajador, por ejemplo en el uso de sus elementos de protección personal.

Se debe considerar que mientras más adecuado y confortable sean los ambientes de trabajo, menor será la probabilidad que las personas se ausenten de sus puestos, les ocurra accidentes tengan un bajo rendimiento y como consecuencia de esto las empresas aumenten sus costos indirectos.



1. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE RUIDO

Para conocer el nivel de presión sonora al que se encuentran expuestos los trabajadores se deben realizan mediciones durante la jornada laboral.

Para llevar a cabo las mediciones de presión sonora, se utilizan los siguientes instrumentos:

a) Sonómetro:



Corresponde a un instrumento portátil que mide el nivel de presión sonora lineal en un periodo de tiempo establecido.

Si bien es cierto todos los sonómetros miden el nivel de presión sonoro en decibeles, para seleccionar el sonómetro adecuado debemos saber si se medirá ruido interior o exterior, para seleccionar algo más específico.

Entre las características que debe tener un sonómetro, se encuentran:

- Debe estar compuesto por un micrófono con respuesta en frecuencia entre 8 Hz y 22 KHz.
- Un circuito que debe procesar la señal de manera electrónica.
- Una unidad de lectura.
- En algunos modelos, tienen una salida de conexión con un osciloscopio, que permite ver la onda de la lectura.

b) Analizador de frecuencia:

Instrumento cuyo objetivo es determinar el contenido energético de un sonido en función de la frecuencia.

La señal que logra capturar el micrófono se procesa por medio de filtros que actúan a frecuencias predeterminadas, valorando el contenido energético del sonido en ese intervalo.





c) Dosímetro:



Este instrumento corresponde a un sonómetro integrador pequeño que permitirá realizar el cálculo de la dosis de ruido a la que se expone un trabajador.

Esta compuesto por un lector que expresa la dosis acumulada durante el tiempo de funcionamiento.

Son instrumentos portátiles que permiten la medición tanto de ruido emitido por fuentes fijas como móviles.

d) Calibrador acústico:

Este instrumento no corresponde a un medidor directo del ruido, sino que su objetivo es asegurar que los instrumentos de medición de ruido sean fiables.

Su finalidad es generar un tono estable de nivela una frecuencia predeterminada y se ajusta la lectura del instrumento de medición haciéndolo coincidir con el nivel patrón generado por el calibrador.



2. TÉCNICAS DE CONTROL DE RUIDO.

Asumida la sordera como patología laboral con elevadas tasas de enfermedad profesional, el Ministerio de Salud desarrolla el "protocolo sobre normas mínimas para el desarrollo de programas de vigilancia de la pérdida auditiva por exposición a ruido en los lugares de trabajo PREXOR MINSAL 2011". Con este protocolo busca que se

estandarice la vigilancia de esta enfermedad. Este protocolo incorpora diversos tipos de controles audiométricos (de base, seguimiento confirmación y egreso) incluso, la derivación del trabajador a la evaluación auditiva médico legal, cuando este lo requiera.

Para vigilar la salud auditiva y calificar la pérdida de audición en el ambiente laboral, es necesario que se realice un examen audiométrico que determine la audición del trabajador, con resultados certeros y confiables.

Las audiometrías se dividen en:

- Audiometrías de base: corresponde a un examen que determina el umbral de audición aéreo en rangos de frecuencia de 500 Hz a 8000 Hz, ya sea en terreno o en una cámara audiométrica. Este tipo de audiometrías se debe realizar en un plazo máximo de 60 días desde que el trabajador se expone al nivel de ruido establecido en los criterio de acción.
- Audiometría de seguimiento: corresponde a un examen que determina el umbral de audición aéreo en rangos de frecuencia de 500 Hz a 8000 Hz de manera periódica, ya sea en terreno o en una cámara audiométrica. La periodicidad de este tipo de audiometrías, esta definido en el PREXOR.
- Audiometría de confirmación: este tipo de audiometría se debe realizar en cámaras audiométricas, para poder comparar los resultados obtenidos anteriormente en terreno. Este tipo de audiometría evalúa los umbrales entre 250 Hz a 8000 Hz. Se debe realizar 30 días después de la audiometría de base o de la última de seguimiento según corresponda.
- Audiometría de egreso: este tipo de audiometrías se realiza para determinar la disminución de la audición del trabajador desde que ingresa hasta que se retira de la empresa o son aislados del ruido al que se encontraban expuestos. Esta se realiza en cámaras audiométricas y mide frecuencias entre 250 Hz a 8000 Hz.

El ruido es un contaminante que no solo esta presente en las fábricas o las obras de construcción, sino que también en otros sectores productivos o simplemente en nuestra vida diaria. Independiente del ambiente de trabajo, existen medidas importantes que se realizan para evitar que se produzcan este tipo de patología, entre ellas se encuentran:

a) Evaluación de riesgos:

La evaluación de riesgos dependerá en grado y tipo de evaluación, dependiendo de la magnitud del problema.

En la evaluación se deben incorporar todos los riesgos provenientes del ruido, desde el aumento de la probabilidad de accidentes, hasta la disminución de la audición producto de la exposición.



Además, se debe considerar quien esta propenso a sufrir daños, incorporando a todos los trabajadores (independiente de la dependencia contractual y de la duración de su jornada de trabajo), incluso a aquellos que están más propensos a sufrir consecuencias (por ejemplo embarazadas).

Por otra parte, se deben analizar cada una de las medidas de control que se implementarán para reducir o eliminar el ruido en el puesto de trabajo.

b) Eliminación de las fuentes de ruido:

Esta es la técnica que presenta mejores resultados, ya que al eliminar la fuente emisora de ruido, el ruido ambiente disminuye considerablemente. Pero, la mayoría de las veces esta técnica es la menos utilizada, ya que se hace imposible para el proceso productivo, eliminar la fuente emisora de ruido.

En los casos donde se realiza la eliminación de la fuente de ruido, las empresas optan por la compra de nuevos equipos o bien por trasladar la fuente emisora hacia otro lugar físico.

c) Control del ruido en el origen:

Para lograr controlar el ruido, ya sea en su origen o durante su trayectoria, se deben implementar controles ingenieriles como por ejemplo:

- Aislar las fuentes mediante la localización, confinación o amortiguación de vibraciones por medio de neumáticos, soportes de elastómeros o bien por muelles metálicos.
- Reducir por medio de cercos y barreras o silenciadores en los tubos de escape, o mediante la reducción de la velocidad de corte, de los impactos o de los ventiladores.
- Sustituir o modificar los equipos o maquinarias, por ejemplo cambiando los accionamientos de engranaje por accionamientos de correa o evitando el uso de herramientas neumáticas y prefiriendo las herramientas eléctricas.
- Utilizar materiales más silenciosos como vibradores, forros de caucho en los cubos o transportadores.
- Realizar un mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias, ya que a medida del uso, las herramientas y maquinarias sufren desgastes, que cambian el ruido de estos.

d) Control de ruido en el receptor:

Este tipo de medidas se utiliza cuando ya no se pudo aplicar las anteriores, esto se debe a que son las que mayor molestia producen.



Por lo general estas medidas se implementan en puestos de trabajo donde, a pesar de implementar las medidas de control anteriores, no se logró disminuir significativamente el ruido, por lo que sigue siendo muy elevado y requiere de otro tipo de control.

El control de ruido en el receptor se realiza de dos formas:

- Protección auditiva: se realiza por medio de cascos o tapones auditivos.
- Cabinas de aislamiento: en este caso, no son las fuentes generadoras de ruido las que se aíslan, sino que el propio receptor es aislado.

e) Control de ruido ambiental:

Este tipo de medidas de control van dirigidas hacia las fuentes de ruido externas a las labores propias de las actividades del trabajador. Por ejemplo cuando los trabajadores en una construcción acompañan su jornada con música. El ruido de las maquinarias, equipos, conversaciones, ruido del tráfico vehicular, la música elevada, etc. sumadas elevan considerablemente el nivel de presión sonora al que se exponen los trabajadores, por tanto se busca disminuir estos niveles de presión sonora disminuyendo los ruidos que no son necesarios en su jornada, por ejemplo distanciando a los trabajadores que utilizan herramientas eléctricas, evitando el uso de música ambiente, entre otros.

Cuando los trabajadores están expuestos a elevadas sumatorias de presión sonora se debe:

- Cambiar de lugar de trabajo a la persona, hacia lugares abiertos, fuera de lugares donde se utilizan equipos o maquinarias, etc.
- Cambiar el equipo de trabajo que utiliza y realizar el mantenimiento adecuado de estas.
- Organizar el trabajo y los tiempos de exposición, quizás turnar el uso de maguinarias o herramientas, etc.

Además, se debe tomar en cuenta que las capacitaciones o actividades de formación juegan un rol fundamental, ya que cuando los trabajadores adquieren conocimiento de las consecuencias que trae la exposición a ruidos elevados, estos pueden aportar con un control del ruido de manera consciente, por ejemplo con el uso de los elementos de protección auditiva o con la disminución del ruido ambiental (hablar moderadamente y no a gritos).

Por otra parte, el uso de elementos de protección auditiva es una de las medidas de control fundamental, ya que es una barrera importante del ingreso del ruido al canal auditivo.



IMPORTANTE...

Los elementos de protección auditivo sean los correctos y para esto se debe analizar el nivel de presión sonora al que se expone el trabajador, las técnicas de control implementadas y las características individuales de cada trabajador expuesto.

Para que la utilización de elementos de protección auditiva sea eficiente, es necesario que se seleccione y utilice de manera apropiada, se deben considerar aspectos claves, como por ejemplo; la compra adecuada del elemento, el uso adecuado (para esto se deben capacitar a los trabajadores en el uso correcto del elemento), el mantenimiento del elemento y como último punto el cambio (tiempo de vida útil del elemento, considerando el cuidado del mismo).

Para que el uso de los elementos de protección auditiva sea eficiente, se deben considerar los siguientes aspectos:

a) Selección del elemento de protección a utilizar:

Para seleccionar adecuadamente un protector auditivo, primero se debe identificar el riesgo al que se expone el trabajador, además de evaluar las condiciones del trabajo que puedan afectar la vida útil y el rendimiento del elemento. Para esto se debe tener en cuenta:

- Necesidad de disminuir el nivel de presión sonora.
- Certificación del elemento a utilizar.
- Compatibilidad con otros elementos de protección.
- Comodidad para el usuario.
- Que perita oír señales de alarma.
- Condiciones ambientales.

IMPORTANTE...

Cuando en el puesto de trabajo, las condiciones de presión sonora cambien o el trabajador sea asignado a otro puesto, se debe realizar una nueva evaluación para determinar el elemento de protección auditiva adecuado para este nuevo escenario.

Otro de los aspectos a considerar en la selección de un elemento de protección individual, son las condiciones ambientales del lugar de trabajo, ya que estas pueden impactar tanto en la comodidad como en el rendimiento del elemento. Por ejemplo, la



presencia de radiación solar, humedad, temperaturas extremas, polvo, entre otros, pueden modificar las propiedades del elemento o disminuir su vida útil.

Además, la existencia de agentes térmicos, eléctricos o químicos, pueden complicar la utilización de algunos elementos de protección auditiva.

POR EJEMPLO...

Características propias del puesto de trabajo: para trabajos en espacios pequeños, las orejeras incomodan al trabajador y es un riesgo asociado, por tanto el uso de tapones supone la mejor elección.

Humedad y/o temperaturas altas: los trabajadores expuestos a altas temperaturas o ambientes húmedos por lo general sudan más de lo común. En estos casos las orejeras aumentan la sudoración en la zona, por tanto los tapones son la mejor opción. Si es necesario el uso de orejeras, se debe buscar una de material adecuado por ejemplo las almohadillas rellenas con líquido.

Agentes eléctrico: las orejeras que se acoplan a los cascos dieléctricos no deben generar un cambio en las características del casco.

Polvo: en los ambientes donde existe polvo, se recomienda no utilizar tapones reutilizables ya que son un foco de infección en los oídos, por tanto la mejor opción son los tapones desechables.

Agentes químicos: los tapones auditivos en contacto con sustancias como residuos líquidos, grasas, aceites, etc. pueden provocar irritaciones o infecciones, por lo que en estos casos son aconsejables las orejeras.

Por otra parte, es necesario que la atenuación sonora que otorga el elemento de protección auditiva no sea excesiva, ya que es necesario que el trabajador pueda comunicarse sin la necesidad de quitarse el elemento. El siguiente cuadro especifica la estimación de la protección auditiva en función del nivel de presión sonora efectivo:



Nivel de Presión Sonora Efectivo (L'A)	Calificación de la Atenuación Sonora	
L'A > 80 dB(A)*	Insuficiente	
60 dB(A) < L'A < 80 dB(A)	Adecuada	
L'A < 60 dB(A)	Excesiva	

* 80 dB(A) = Nivel de Acción

b) Factores del usuario:

Antes de indicar el uso de un elemento de protección auditivo, es necesario chequear que el trabajador no ha padecido ninguna enfermedad al oído o la piel por el uso de elementos de protección auditiva.

Uno de los factores más relevantes es la comodidad del uso del elemento de protección. La eficacia de la protección del elemento dependerá del uso que el trabajador le dé, y la intermitencia en el uso disminuirá considerablemente la protección del elemento. Por tanto, el tamaño, las materias primas utilizadas, las terminaciones, y la presión y fuerza del arnés influirán directamente en la comodidad del elemento seleccionado.

Lo ideal, para seleccionar el elemento de protección auditiva, es que se utilicen muestras de distintos modelos y los trabajadores puedan indicar cual de todos los elementos probados es el más cómodo.

En los puestos de trabajo donde sea necesario el uso de otros elementos de protección personal, los elementos de protección auditiva deben ser compatibles con los otros elementos de protección. Pero existen algunos elementos que pueden reducir el nivel de protección de los elementos auditivos, como por ejemplo:

- En el caso de los equipos de protección respiratoria, estos suponen una incomodidad cuando se utilizan con orejeras, ya que la sujeción del elemento respiratorio incomoda con las orejeras. En estos casos es mejor utilizar tapones auditivos individuales.
- Elementos de protección visual, el arnés de las orejeras dificulta el correcto uso de las gafas de protección ocular, por tanto se recomienda utilizar tapones individuales.
- Cascos: en el caso de utilizar orejeras acoplables, estas deben utilizarse con cascos certificados para dichas orejeras, de lo contrario las orejeras con arnés deben ser utilizadas por debajo de la nuca o bien utilizar tapones individuales.
- Caretas faciales: estas pueden interferir en el correcto uso de orejeras o tapones unidos por arnés, por tanto se recomienda el uso de tapones individuales.



c) Certificación del elemento de protección auditivo:

Todo elemento de protección personal utilizado en el trabajo debe ser obligatoriamente certificado. En el caso de los protectores auditivos ocurre lo mismo. En el caso de Chile, no existe ningún organismo que se dedique a la certificación de elementos de protección auditiva, por tanto la legislación acepta certificación extranjera.

En estos casos, la norma exige que todos los fabricantes, importadores o comercializadores del elemento de protección auditiva otorguen a los clientes una ficha informativa en español que especifique el uso adecuado, mantenimiento del elemento, limitaciones del uso y advertencias de seguridad.

d) Elementos de protección auditiva:

- Orejeras:



En este tipo de elementos de protección, el arnés se ubica por sobre la cabeza del trabajador, pero en algunos casos se posicionan bajo la barbilla o la nuca.

Estas orejeras se clasificarán por tamaño, dependiendo del porte de cabeza del trabajador, o por tipo, dependiendo si son orejeras con arnés u orejeras acopladas al casco.

Además, se clasificarán dependiendo de la posición de uso. Existen las de posición universal que se pueden utilizan en la cabeza, bajo la nuca y bajo la barbilla, en cambio las de posición única se utilizan en la cabeza o bajo la nuca o bajo la barbilla.



- Tapones:

Los tapones son un tipo de elemento de protección auditiva que se inserta en el conducto auditivo y que tiene como función bloquear la transmisión de sonido por vía aérea. Estos tapones pueden estar unidos por un cordón conector o bien por un arnés.

Los tapones se clasifican de la siguiente manera:

Dependiendo de su vida útil:

De la vida útil dependerá si el tapón es desechable o reutilizable. En el caso de los desechables, se deben utilizar solo una vez. En el caso de los reutilizables se utilizan varias veces, deben ser conservados en embaces adecuados y se limpiados de manera constante.

• Dependiendo de la adaptabilidad al uso:

Existen los tapones que son moldeables y que al comprimirlo con los dedos reducen su diámetro, para luego insertarlos en el oído donde se expanden y amoldan.



Tapones moldeables



Tapones premoldeables

También están los tapones premoldeables que se componen por rebordes cuya función es sellar el conducto auditivo. Para este tipo de tapones no es necesario que el trabajador los manipule antes de insertarlos.

Por otro lado se encuentran los tapones personalizados, que se fabrican a la medida del trabajador por medio de un molde del conducto auditivo. Este tipo de tapones por lo general son reutilizables.



Tapones personalizados





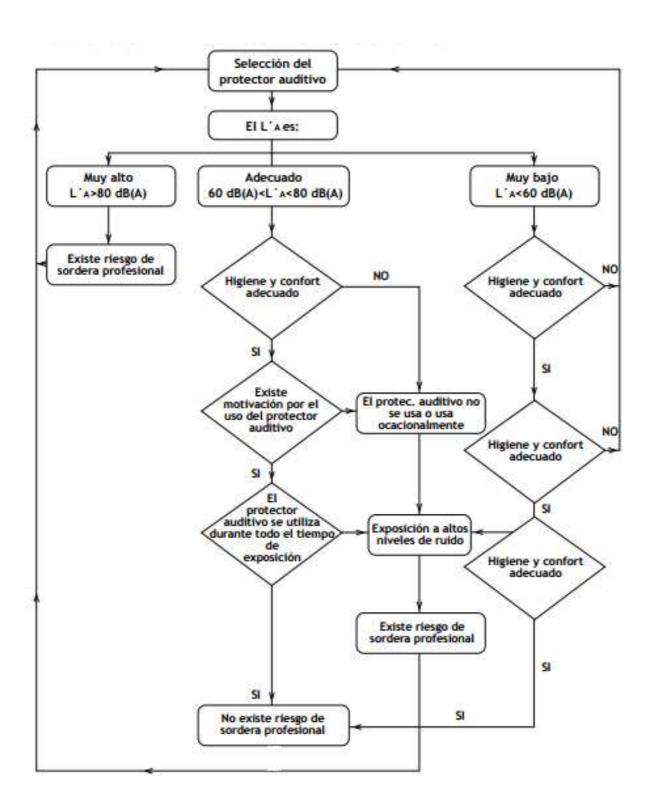
Tapones unidos por arnés

Existen también los tapones unidos por arnés, que pueden ser desechables o reutilizables. Estos se insertan en el canal auditivo o bien se posicionan a la entrada del mismo. Pueden ser por tallas o estándar.

Es importante resaltar que para que los elementos de protección auditivo cumplan su objetivo, dependerá del trabajador el uso que este le dé y del mantenimiento que este reciba. Por su parte los empleadores deben otorgar y cambiar, cada vez que sea necesario, los elementos de protección auditiva, además de capacitar al trabajador respecto al uso adecuado, la importancia del uso, la limpieza y el mantenimiento adecuado; incluso a saber detectar cuando es necesario un cambio del elemento de protección.

El siguiente esquema indica el procedimiento de selección para un elemento de protección auditivo:







Conclusión

El ruido, a diferencia de los otros contaminantes, se encuentra presente en todas las actividades productivas, independiente de la naturaleza de este, por ejemplo en los rubros de construcción, minería, metalurgia, salud, servicios, educación, etc. por lo que la mayoría de los trabajadores está expuesto a sufrir disminución de su capacidad auditiva.

Para evitar la disminución de la capacidad auditiva de los trabajadores, se deben implementar medidas de control eficaces que reduzcan el nivel de presión sonora al que se exponen. Estas técnicas pueden ser aplicadas al receptor, a la fuente emisora o bien en el ambiente de trabajo.

Por lo general, las medidas más eficaces son las técnicas de control en la fuente emisora, ya que la disminución de la presión sonora es evidente. En el caso de no contar con los medios para aplicar técnicas de control en la fuente emisora, se deben aplicar técnicas de control en el receptor, ya sea aislándolo en cabinas o utilizando elementos de protección personal. Finalmente, y como medida complementaria, se aplican las técnicas de control en el ambiente, disminuyendo los niveles de presión sonoras que no son propios del trabajo pero que aumentan los decibeles a los que se expone el trabajador en su jornada laboral.



Bibliografía

José María Cortes Díaz. (2007). Técnicas de la prevención de riesgos laborales. Madrid, España: Tebar.

Instituto de Salud Pública. (S.f.). GUÍA PARA LA SELECCIÓN Y CONTROL DE PROTECTORES AUDITIVOS. 15 de Junio del 2016, de Instituto de Salud Pública Sitio web: http://www.achs.cl/portal/centro-de-noticias/Documents/GUIA_SELECCION_PROTECCION_AUDITIVA.pdf

Instituto de Salud Pública. (2012). GUÍA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN AUDITIVA DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS OCUPACIONALMENTE A RUIDO. 14 de Junio del 2016, de Instituto de Salud Pública Sitio web: http://www.ispch.cl/sites/default/files/DCTO%20REFERENCIA%20final%20%2009%20abril%202013.pdf

ehu. (S.f.). Instrumentos de medida. 13 de Junio del 2016, de ehu.eus Sitio web: http://www.ehu.eus/acustica/espanol/ruido/inmes/inmes.html







INSTRUMENTOS DE HIGIENE INDUSTRIAL

UNIDAD Nº II

Vibración y temperaturas extremas.





Introducción

Existen muchos trabajadores expuestos a vibraciones de forma permanente, ya sea por el uso de equipos o herramientas relacionadas con el proceso productivo, o bien por el uso de maquinaria pesada. Considerando que las vibraciones son el contaminante físico más complejo de identificar.

Cuando son identificadas las vibraciones a las que se expone el trabajador, es necesario evaluarlas para determinar las mejores técnicas de control. En este caso, por ejemplo la exposición a vibraciones del segmento mano brazo podría requerir del rediseño de las herramientas manuales utilizadas.

Es complejo determinar los síntomas que puede provocar la exposición a vibraciones, ya que estas van de simples cosquilleos o molestias en las extremidades, a alteraciones de salud serias que podrían disminuir el rendimiento del trabajador expuesto. Por lo mismo, es importante prevenir de manera temprana, para evitar efectos de salud crónicos.





Ideas Fuerza

- En el ámbito laboral las vibraciones son clasificadas dependiendo de la zona corporal que se encuentre expuesta. Por esto, las vibraciones se clasifican en dos grandes grupos: vibraciones segmento mano-brazo y vibraciones de cuerpo completo.
- 2. Las vibraciones que generan los equipos, herramientas y maquinarias utilizados en los diversos procesos productivos, producen consecuencias significativas en los trabajadores.
- 3. Entre los primeros efectos que perciben las personas expuesta a vibración, son la perdida de la sensación de recepción eléctrica, llegando a provoca alteraciones esqueléticas en las extremidades.





1. CONCEPTOS BÁSICOS DE LAS VIBRACIONES

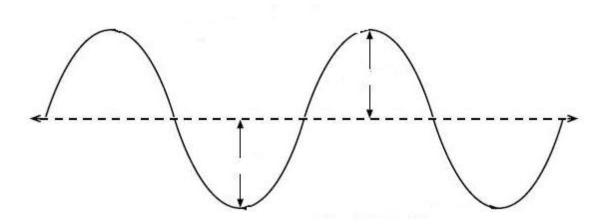
Existen variados términos que es necesario comprender cuando se habla de vibraciones, entre estos conceptos destacan:

Magnitud:

Los desplazamientos oscilatorios de un objeto requieren una velocidad hacia una dirección y luego una velocidad hacia una dirección contraria. Este vuelco en las velocidades hace que el objeto logre una aceleración constante, en una dirección y luego en la dirección contraria. La magnitud de una vibración se calcula en función de su desplazamiento, su aceleración o su velocidad.

La magnitud de una oscilación se expresa como la distancia que existe entre los extremos alcanzados por el movimiento (valor máximo y mínimo) o bien como las distancia desde el centro hasta el valor máximo.

En el siguiente grafico las flechas indican la magnitud de una onda oscilante:



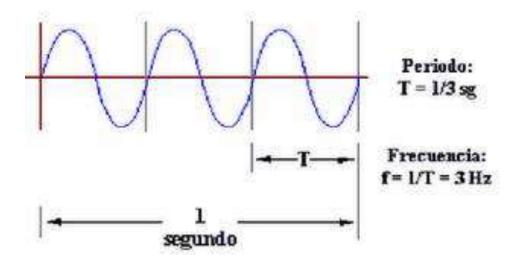
- Frecuencia:

La frecuencia de las vibraciones se expresa en ciclos por segundo (Hz). La relación que existe entre la aceleración y el desplazamiento de un movimiento también dependen de la frecuencia.

La frecuencia corresponde a la cantidad de oscilaciones completas que se generan en una onda de movimiento, como se expresa en el siguiente gráfico:

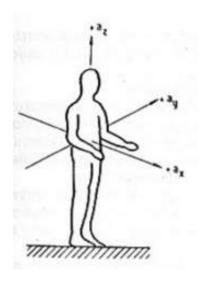






- Dirección:

Las vibraciones se pueden dar en tres direcciones que corresponden a los ejes X, Y y Z. se debe tener en consideración que el eje de mayor importancia es el eje Z, ya que es el que cubre de manera longitudinal la zona que se expone a la vibración, como se muestra en el siguiente plano:

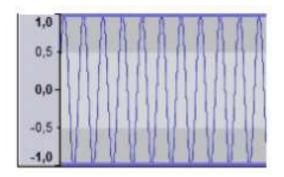


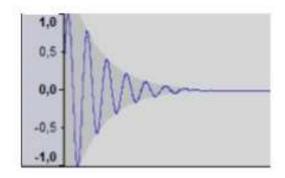
- Duración:

La duración corresponde al tiempo máximo de exposición del trabajador. Los trabajadores pueden estar expuestos a tiempos extensos de duración de la



vibración o a tiempos cortos de duración de la exposición, como se muestra en las siguientes imágenes:





2. CLASIFICACIÓN DE LAS VIBRACIONES

En el ámbito laboral las vibraciones son clasificadas dependiendo de la zona corporal que se encuentre expuesta. Por esto, las vibraciones se clasifican en dos grandes grupos:

a) Vibraciones segmento mano - brazo:

Se pueden denominar como aquellas vibraciones mecánicas que producen las herramientas o procesos y que se transmiten directamente hacia la extremidad, por el contacto directo de la vibración con los dedos o la palma de la mano.

Una exposición prolongada a vibraciones segmento mano – brazo puede producir trastornos sanguíneos, problemas articulares, alteraciones nerviosas, contracturas musculares, entre otros efectos.

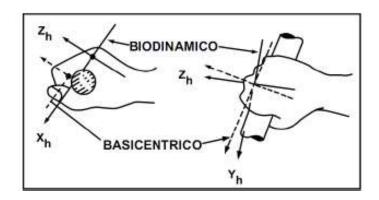
El Decreto Supremo 594, establece en su artículo 90: "En la exposición segmentaria del componente mano-brazo, la aceleración originada por una herramienta de trabajo vibrátil deberá medirse en tres direcciones ortogonales, en el punto donde la vibración penetra en la mano.

Las direcciones serán las que formen el sistema biodinámico de





coordenadas o el sistema basicéntrico relacionado, que tenga su origen en la interface entre la mano y la superficie que vibra, considerando:



Donde:

Eje Z (Zh) = corresponde a la línea longitudinal ósea.

Eje X(Xh) = perpendicular a la palma de la mano.

Eje Y (Yh) = en la dirección de los nudillos de la mano (desde derecha a izquierda)".

Por otra parte, en el artículo 91 menciona que:"Las mediciones de la exposición a vibraciones se efectuarán con un transductor pequeño y de poco peso, con el fin de registrar con exactitud la aceleración vibratoria generada por la fuente, en la gama de frecuencias de 5 Hz a 1500 Hz.

La medición se deberá efectuar en forma simultánea en los tres ejes coordenadas (Zh , Xh e Yh), por ser la vibración una cantidad vectorial.

La magnitud de la vibración se expresará para cada eje coordenado por



el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia, expresada en metros por segundo al cuadrado (m/s2) o en unidades de gravitación (g)".

En el artículo 92, expresa que: "La aceleración equivalente máxima, medida en cualquier eje, constituirá la base para efectuar la evaluación de la exposición a vibraciones del segmento mano-brazo y no deberá sobrepasar los valores establecidos en la siguiente tabla:"

Tiempo de Exposición (T)	Aceleración Vibratoria Máxima		
(Horas)	(m/s²)	(g)*	
4 < T ≤ 8	4	0,40	
2 < T ≤ 4	6	0,61	
1 < T ≤ 2	8	0,81	
T ≤ 1	12	1,22	

Fuente: Decreto Supremo 594 (1999)

Para poder determinar el nivel de vibración al que se expone un trabajador, se deben llevar a cabo los procedimientos de calculo que se encuentran establecidos en el artículo 93 del Decreto supremo 594: "Si la exposición diaria a vibración en una determinada dirección comprende varias exposiciones a distintas aceleraciones equivalentes ponderadas en frecuencia, se obtendrá la aceleración total equivalente ponderada en frecuencia, a partir de la siguiente ecuación:"

$$a_{eq}(T) = \left[1/T \sum_{i=1}^{n} (a_{eq})_{i}^{2} \times T_{i}\right]^{1/2}$$

Donde:

T = tiempo total de exposición.





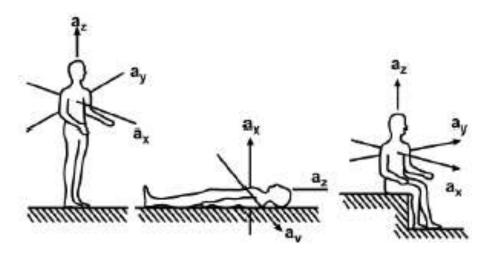
(aeq)i = aceleración equivalente ponderada en un determinado periodo de exposición.

Ti = Duración del periodo de exposición a una determinada (aeg)i.

b) Vibraciones de cuerpo entero:

Se entiende este tipo de vibraciones como las más complejas, debido a que los efectos que puede producir son más riesgosos. Esto se debe principalmente a que afecta zonas corporales ms extensas, incluso a los órganos.

Con respecto a la normativa legal vigente, el artículo 85 del Decreto Supremo 594, establece que: "En la exposición a vibraciones globales o de cuerpo entero, la aceleración vibratoria recibida por el individuo deberá ser medida en la dirección apropiada de un sistema de coordenadas ortogonales tomando como punto de referencia el corazón, considerando:



Fuente: Decreto Supremo 594 (1999)

Donde:

Eje Z (az) De los pies a la cabeza

Eje X (ax) De la espalda al pecho

Eje Y (ay) De derecha a izquierda



Por otra parte, en el artículo 86 menciona que: "Las mediciones de la exposición a vibración se deberán efectuar con un sistema de transducción triaxial, con el fin de registrar con exactitud la aceleración vibratoria generada por la fuente, en la gama de frecuencias de 1 Hz a 80 Hz.

La medición se deberá efectuar en forma simultánea para cada eje coordenada (az, ax y ay), considerándose como magnitud el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia (Aeq) expresada en metros por segundo al cuadrado (m/s2)."

Complementando los artículos anteriores, el artículo 87 establece que: "La aceleración equivalente ponderada en frecuencia (Aeq) máxima permitida para una jornada de 8 horas por cada eje de medición, será la que se indica en la siguiente tabla:"

EJE DE MEDICIÓN	Aeq MAXIMA PERMITIDA(m/s2)
Z	0,63
X	0,45
Υ	0,45

Fuente: Decreto Supremo 594 (1999)

Además, establece en el artículo 88 que: "Aceleraciones equivalentes ponderadas en frecuencia diferentes a las establecidas en el artículo 87 se permitirán siempre y cuando el tiempo de exposición no exceda los valores indicados en la siguiente tabla:"

Tiempo de exposición (horas)	Aeq Máxima permitida (m/s2)			
	Z	Χ	Y	
12	0,5	0,35	0,35	
11	0,53	0,38	0,38	
10	0,56	0,39	0,39	
9	0,59	0,42	0,42	
8	0,63	0,45	0,45	
7	0,7	0,5	0,5	





6	0,78	0,54	0,54
5	0,9	0,61	0,61
4	1,06	0,71	0,71
3	1,27	0,88	0,88
2	1,61	1,25	1,25
1	2,36	1,7	1,7
0,5	3,3	2,31	2,31

Fuente: Decreto Supremo 594 (1999)

Finalmente el artículo 89 expresa que: "Cuando en una medición de la exposición a vibraciones de cuerpo entero los valores de Aeq para cada eje no superan los límites establecidos en el artículo 88, se deberá evaluar el riesgo global de la exposición a través de la aceleración equivalente total ponderada en frecuencia (AeqTP). Para tales efectos sólo se considerarán los valores de Aeq similares, entendiéndose como tales los que alcancen el 60% del mayor valor medido".

Para esto se utilizará la siguiente formula:

$$a_{eqTP} = \sqrt{(1,4 \times a_{eqx})^2 + (1,4 \times a_{eqy})^2 + (a_{eqz})^2}$$

Donde:

aeqTP = Aceleración equivalente total ponderada.

aeqx = Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X.

aeqy = Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y.

aeqz = Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z.



INSTRUMENTO DE MEDICIÓN



El instrumento que se utiliza para la medición de vibraciones es el acelerómetro, este instrumento corresponde a un dispositivo que mide la aceleración de un objeto, entregando un valor expresado en m/s2. Este valor se utilizará en las fórmulas para calcular el nivel de vibración al que se expone un trabajador o, en defecto, que emita la máquina, equipo o herramienta.

3. EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A LAS VIBRACIONES

Las vibraciones que generan los equipos, herramientas y maquinarias utilizados en los diversos procesos productivos, producen consecuencias significativas en los trabajadores.

Existen procesos productivos donde el trabajador está más expuesto a vibraciones, como por ejemplo los trabajadores que utilizan maquinaria pesada, ya que se encuentran con el cuerpo expuesto de manera permanente a una estructura vibrante.

Entre las maquinarias que producen mayores efectos como consecuencia de su vibración, se encuentran: los tractores, bulldozer, cargadores, rodillos compactadores, excavadoras, maquinaria minera, maquinaria forestal, perforadores, etc.

Entre las consecuencias que se dan por exposición a vibraciones, la siguiente tabla expresa la relación de la frecuencia de la vibración y sus consecuencias:





EFECTOS PE	RJUDICIALES DE LA	S VIBRACIONES EN EL HOMBRE
FRECUENCIA	MAQUINA O HERRAMIENTA QUE LA ORIGINA	EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO
Muy baja frecuencia 1Hz	Transporte: avión, auto, barco, tren (movimientos de balanceo).	 a) estimulan el laberinto del oído izquierdo b) provocan trastornos en el sistema nervioso central c) pueden producir mareos y vómitos (mal de los transportes)
Baja frecuencia 1-20 Hz	Vehículos de transporte para pasajeros y/o mercancías. Vehículos industriales, carretillas, etc. Maquinarias y vehículos de obras públicas. Tractores y maquinaria agrícola	 a) Lumbalgias, hernias, pinzamientos discales, lumbociáticas. b) agravan lesiones raquídeas menores e inciden sobre trastornos debido a malas posturas. c) síntomas neurológicos: variación del ritmo cerebral, dificultad del equilibrio
Alta frecuencia 20- 1000 Hz	herramientas manuales rotativas, alternativas o percutoras tales como: - pulidoras - lijadoras - moto sierras - martillo neumático	Trastornos osteo-articulares objetivables radiológicamente tales como: artrosis hiperostosante de codo, lesiones de muñeca, afecciones angioneuróticas de la mano como calambres que pueden acompañarse de trastornos prolongados de sensibilidad y aumento de la incidencia de enfermedades de estómago.

Fuente: Técnicas de prevención de riesgos laborales, Cortez Díaz (2007)

Entre los primeros efectos que perciben las personas expuesta a vibración, son la perdida de la sensación de recepción eléctrica, llegando a provoca alteraciones esqueléticas en las extremidades.

Por otra parte, el uso prolongado de herramientas que producen vibración genera adormecimiento y hormigueo. Por lo general, en la exposición a vibración de cuerpo entero aparecen otros efectos como la alteración de la frecuencia cardiaca, la intolerancia al ruido y la tensión mental permanente.





Cabe destacar que las consecuencias en la región lumbar son las más comunes, desde la sensación de malestar hasta las lumbalgias. Pero también existen otras que no se atribuyen mucho a la exposición a vibración como los hemorroides o enfermedades estomacales, la perdida de habilidad y la disminución de la agudeza visual.

Una vez que se identifican las regiones corporales expuestas a vibración, la intensidad y frecuencia de la vibración, se deben aplicar medidas de control para evitar que los trabajadores sufran las consecuencias de dicha exposición.

Entre las medidas de prevención de las vibraciones, destacan:

- a) Realizar un cambio en el método de trabajo actual, sustituyéndolo por otro que disminuya la necesidad de que el trabajador se exponga a la vibración.
- b) Evitar que se produzcan vibraciones en la fuente. Estas se producen debido a los desgastes de superficies, partes dañadas, problemas en la amortiguación, etc. para cumplir con este punto, lo fundamental es realizar un mantenimiento permanente de la maquinaria.
- c) Reducir la transmisión de la vibración desde la fuente al trabajador, para esto se deben interponer equipos auxiliares o materiales que absorban o aíslen la vibración.
- d) Según la naturaleza de la vibración, se debe seleccionar los equipos de seguridad y los elementos de protección personal adecuados para disminuir la recepción de la vibración por parte del trabajador.

Para dar cumplimiento a estos tres puntos, se deben emplear medidas de control básicas como:

- Efectuar, al menos una vez al año, un control médico que permita controlar las consecuencias de la exposición el trabajador.
- Evaluar e informar a los trabajadores el nivel de vibraciones al que se exponen, informando además las medidas preventivas y el uso de elementos de seguridad.
- Formar y capacitar a los trabajadores con respecto a las posturas adecuadas, al uso de los sistemas y elementos de seguridad y sobre las medidas de prevención de las vibraciones.





 Minimizar los tiempos de exposición cuando los trabajadores se encuentren expuestos a vibraciones altas o tiempos muy extensos. Fomentar las pausas activas.





Conclusión

Independiente de la forma que sean transmitidas las vibraciones al trabajador, su exposición permanente traerá consecuencias en su salud. Por este motivo es necesario identificar el nivel de vibraciones al que se expone y tomar las medidas de control necesarias para evitar afecciones en la salud de los trabajadores.

Variadas son las opciones de minimización del riesgo por exposiciones a vibraciones, como por ejemplo la mantención permanente de equipos, herramientas y maquinarias de trabajo, aislación de la fuente, rediseño o sustitución de la fuente, uso de sistemas de seguridad y elementos de protección personal, entre otros. Pero independiente de las medidas externas, es necesario que los trabajadores tomen conciencia y sean formados y capacitados con respecto al agente de riesgo al que se exponen.

Cuando los trabajadores estén debidamente capacitados referente a la exposición, medidas de control y autocuidado, la exposición serán menor y la probabilidad de sufrir daños a la salud disminuirá considerablemente.





Bibliografía

Michael J. Griffin. (S.f.). Vibraciones. 20 de Junio del 2016, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo Sitio web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf

Instituto de Salud Pública. (2012). "PROTOCOLO PARA LA APLICACIÓN DEL D.S. Nº 594/99 DEL MINSAL, TÍTULO IV, PÁRRAFO 3º AGENTES FÍSICOS – VIBRACIONES.". 21 de Junio del 2016, de Ministerio de Salud Sitio web: http://www.ispch.cl/sites/default/files/PROTOCOLO_VIBRACIONES_FINAL.pdf

Ministerio de Salud. (1999). APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BASICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO. 20 de Junio del 2016, de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile Sitio web: http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766

Josefina del Prado. (S.f.). Exposición laboral a vibraciones. 22 de Junio del 2016, de IMF Business School Sitio web: http://www.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/exposicion-laboral-a-vibraciones/







INSTRUMENTOS DE HIGIENE INDUSTRIAL

UNIDAD Nº II Vibración y temperaturas extremas.







Introducción

La exposición a temperaturas extremas, en relación con otros contaminantes físicos, se cree que produce efectos menos importantes que el resto y no se toma mucho en cuenta la exposición laboral. Pero sin embargo, esta exposición es de suma importancia en la ejecución del trabajo, por tanto, si no se toma en cuenta estos factores los trabajadores se exponen a distintos riesgos laborales y potenciales enfermedades profesionales.

En el caso de las temperaturas extremas, ya sea calor o frio, estas pueden producir alteraciones fisiológicas específicas que pueden tener un tiempo de permanencia corto o largo, teniendo consecuencias incluso irreversibles para el trabajador que se encuentra expuesto.

La normativa legal vigente en Chile, es clara en lo referente a temperaturas extremas, pero no a todos los trabajadores afecta por igual, ya que dependerá de otros factores como las características fisiológicas del mismo trabajador.





Ideas Fuerza

- la exposición a altas temperaturas genera efectos a la salud diversos, como por ejemplo la deshidratación, fatiga, lesiones a la piel, entre otros, pero sin duda el más complejo son los golpes de calor, que pueden elevar las temperatura de una persona por sobre los 40°C.
- 2. De todos los efectos que genera la exposición al frio, el más complejo es la hipotermia ya que al bajar la temperatura general del cuerpo se ven afectados órganos internos, problemas de circulación, incluso cardiaco.
- 3. La determinación de la exposición al frio se realiza principalmente para cuidar que la temperatura interna de los trabajadores no descienda de los 36°C o 35°C en una exposición excepcional.





1. TEMPERATURAS EXTREMAS

Definición...

Se entiende por **estrés térmico** a la presión que se ejerce sobre el trabajador al exponerse a temperaturas extremas y que presenta efectos distintos para cada persona, dependiendo de la susceptibilidad del individuo y de su aclimatación.

Durante la realización de sus labores, los trabajadores generan energía calórica que se transmite a un elemento o ambiente de menor temperatura. Esta transferencia se realiza de tres maneras distintas:

- a) Por convección: se efectúa la transferencia de calor desde un lugar a otro por movimiento líquido o gaseoso. La convección natural resulta de las diferencias de densidades causadas por los cambios de temperatura.
- b) Por conducción: corresponde a la transferencia de calor desde un punto a otro dentro de un cuerpo, o bien desde un cuerpo a otro cuando los dos se encuentran en contacto físico en un medio inmóvil.
- c) Por radiación: este tipo de transferencia se genera cuando un cuerpo o elemento emite una alta cantidad de energía electromagnética que se transmite por el espacio sin la necesidad de movimiento de la materia o de contacto entre los cuerpos.

1.1 Efecto de las temperaturas extremas

1.1.1. Bajas temperaturas

Cuando las personas se exponen a bajas temperaturas, existen efectos diversos que pueden ocurrir; por ejemplo que se genere una vasoconstricción debido a que se contraen los vasos sanguíneos de la piel, sensación de piel de gallina debido a que se reduce la superficie corporal, aumento de escalofríos, etc.

Los órganos que se encuentran más distantes del corazón, como por ejemplo las extremidades, son las primeras en sentir la falta de irrigación sanguínea. Es por estos que las zonas periféricas del cuerpo, como las mejillas, las orejas y la nariz, se encuentran más expuestas a sufrir congelación.





Existen además otros trastornos, menos frecuentes, como problemas en el habla, perdida de motricidad, pérdida de memoria, incluso la muerte.

En las bajas temperaturas, los factores que intervienen son la velocidad del viento y la temperatura del aire. En el decreto supremo 594, artículo 101 se establece el tiempo de exposición a bajas temperatura:

RANGO DE TEMPERATURA (°C)	EXPOSICIÓN MÁXIMA DIARIA
De 0° a -18°	Sin límites, siempre que la persona esté vestida con ropa de protección adecuada.
De -19° a -34°	Tiempo total de trabajo: 4 horas, alternando una hora dentro y una hora fuera del área a baja temperatura. Es necesaria la ropa de protección adecuada.
De -35° a -57°	Tiempo total de trabajo 1 hora: dos periodos de 30 minutos cada uno, con intervalos de por lo menos 4 horas. Es necesaria la ropa de protección adecuada.
De -58° a -73°	Tiempo total de trabajo: 5 minutos durante una jornada de 4 horas. Es necesaria protección personal para cuerpo y cabeza.

Tabla 1: "Límites máximos diarios de tiempo de exposición a temperaturas bajas" Fuente: Decreto Supremo 594, 1999.

Con respecto a la ropa adecuada, el artículo 100 del decreto supremo 594 establece que "A los trabajadores expuestos al frío deberá proporcionárseles ropa adecuada, la cual será no muy ajustada y fácilmente desabrochable y sacable. La ropa exterior en contacto con el medio ambiente deber ser de material aislante..."

El articulo 99 del decreto supremo 594, considera demás el enfriamiento producto de la velocidad del viento y establece que "se entenderá como exposición al frío las combinaciones de temperatura y velocidad del aire que logren bajar la temperatura profunda del cuerpo del trabajador a 36°C o menos, siendo 35°C admitida para una sola exposición ocasional. Se considera como temperatura ambiental crítica, al aire libre, aquella igual o menor de 10°C, que se agrava por la lluvia y/o corrientes de aire".

La siguiente tabla expresa la relación entre la velocidad del viento y la sensación térmica de las personas:





VELOCIDAD	TEMPERATURA REAL LEÍDA EN EL TERMÓMETRO EN °C									
DEL VIENTO EN				IERI	MOME	IROI	EN °C	,		
Km/h	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40
Calmo	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40
8	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44
16	4	-2	-9	-16	-23	-31	-36	-43	-50	-57
24	2	-6	-13	-21	-28	-36	-43	-50	-58	-65
32	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71
40	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59	-67	-76
48	-2	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-62	-70	-78
56	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81
64	-3	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82
					Aur	nento	de			
	Ries	go esc	aso er	n una	peligro) . Pelig	ro de			
Superior a 64 Km/h,		pers	ona		que	el cuer	ро	Gran	peligre	o. El
poco efecto adicional	adecuadamente vestida		expuesto se		cuerpo se puede					
	para	meno	s de 1 l	hora	con	gele er	າ 1	cong	elar en	30
	(de exp	osición		r	ninuto		se	gundo	S

Tabla 2: "Índice de sensación térmica" Fuente: Decreto supremo 594, 1999.

De todos los efectos que genera la exposición al frio, el más complejo es la hipotermia ya que al bajar la temperatura general del cuerpo se ven afectados órganos internos, problemas de circulación, incluso cardiaco. Además existen otros efectos, entre los más comunes:

- Enfermedades respiratorias como el asma y la obstrucción bronquial. Este tipo de enfermedades presenta síntomas como la falta de respiración, aumento de la secreción, tos, resoplido, entre otros.
- Problemas cardiovasculares como los infartos, afecciones coronarias e incidentes cerebro-vasculares. Entre los síntomas que se presentan, se encuentran las arritmias, los ahogos y el dolor en el pecho.
- Problemas de circulación periférica como el síndrome de Raynaud que produce síntomas como dolor, cosquilleo, cambio de color de los dedos, adormecimiento, entumecimiento, etc.
- Enfermedades musculo-esqueléticas como tenosinovitis, síndrome del túnel carpiano, síndrome del cuello tenso entre otras. Los síntomas que presentan son debilidad muscular, dolor, rigidez, restricción del movimiento, hinchazón, etc.





- Enfermedades dermatológicas como la psoriasis, dermatitis atópica, urticaria y sabañones. Sus síntomas son las erupciones de la piel, edemas, picazón, eritemas, entre otros.

Dentro de las medidas de control que se deben tomar para evitar los efectos de la exposición a bajas temperaturas, se encuentran:

- Se deben proteger las extremidades para evitar congelamiento.
- Se debe otorgar la ropa o elementos de protección personal que facilite la evaporación del sudor y mantenga al trabajador a buena temperatura.
- La energía calorífica perdida se debe recuperar ingiriendo líquidos calientes.
- Evitar el exceso de consumo de café ya que es diurético y modifica la circulación sanguínea.
- Realizar un chequeo médico antes de exponerse al frio, con esto se puede evitar que el trabajador que se expone no tenga problemas dérmicos, circulatorios, etc.
- Una vez realizada la labor, los trabajadores deben cambiarse de ropa de inmediato para evitar que la humedad disminuya aún más la temperatura.
- Realizar medición de temperatura y velocidad del aire. Teniendo estos datos, se pueden determinar los tiempos a los que se pueden exponer los trabajadores.
- Disminuir la exposición a bajas temperaturas.
- Utilizar varias capas de ropa holgada mantiene más la temperatura que utilizar capas gruesas o ajustadas.

1.1.2 Altas temperaturas

Generalmente en las épocas de verano los trabajadores se exponen a elevadas temperaturas, que son responsables de accidentes laborales que tienen como consecuencia incluso la muerte.

Pero no solo las altas temperaturas son las responsables, sino que además el calor que se acumula en el organismo, que se generan por la temperatura elevada como también por la actividad física que generan los trabajadores. Por otra parte, los factores propios de la persona aumentan el riego de accidentes.





Al igual que la exposición a temperaturas bajas, la exposición a altas temperaturas genera efectos a la salud diversos, como por ejemplo la deshidratación, fatiga, lesiones a la piel, entre otros, pero sin duda el más complejo son los golpes de calor, que pueden elevar las temperatura de una persona por sobre los 40°C.

La siguiente tabla especifica los efectos que se producen por exposición a altas temperaturas, generalmente por los golpes de calor:

EFECTOS DE LOS GOLPES DE CALOR				
	Temperatura interna superior a			
	40,6°C			
Efectos generales	Taquicardia			
Efectos generales	Respiración rápida			
	Cefalea			
	Náuseas y vomito			
Efectos cutáneos	Piel seca y caliente			
Liectos cutarieos	Ausencia de sudoración			
Efectos neurosensoriales	Confusión y convulsiones			
	Pérdida de conciencia			
	Pupilas dilatadas			

Tabla 3: "Efectos de los golpes de calor" Fuente: JM Cortés Díaz, 2007

Entre las medidas preventivas que se deben implementar, para evitar que se generen efectos derivados de la exposición a altas temperaturas, destacan:

- Los trabajadores deben estar informados a diario de las condiciones climáticas a las que se expondrán.
- Aquellas tareas que requieran de un elevado gasto energético deben ser limitadas y apoyadas por ayuda mecánica.
- Mantener en los puestos de trabajo, o cercano a ellos, agua potable fría, para que los trabajadores puedan acceder a una constante hidratación.
- Los trabajadores deben realizar su descanso en lugares con sombra o aire acondicionado.
- El empleador debe proporcionar los equipos necesarios para mantener los ambientes a temperatura confortable.





- Evitar la exposición prolongada a ambientes con elevadas temperaturas.
 Realizando rotación de los trabajadores u optando a las pausas durante la jornada.
- Organizar la jornada de trabajo, realizando las labores que requieran de mayor gasto energético, en los horarios en que la temperatura sea más baja.
- Utilizar ropa adecuada, elementos de protección personal y bloqueador solar de manera permanente, no solo considerando la temperatura, sino que también la radiación.

1.2 Instrumentos de medición

Para lograr una correcta medición de la temperatura ambiente se deben considerar la velocidad del aire y la humedad de la atmosfera.

Para la medición de la velocidad del aire, se pueden utilizar dos tipos de instrumentos de medición:

a) Anemómetro mecánico:



Corresponde a un instrumento direccional simple que, por medio de la energía cinética del aire, mueve las hélices y mide el desplazamiento o movimiento. Este instrumento trabaja en pies/minutos o bien en m/seg.



b) Termo anemómetro:

Corresponde a un instrumento que puede ser direccional y no direccional. A diferencia de los anemómetros mecánicos son muy sensibles y delicados. Se constituyen de dos sensores térmicos, uno de ellos se calienta de manera artificial por medio de una corriente eléctrica. El sensor que no se calienta, es la referencia ya que corresponde a la velocidad del aire, esto quiere decir que la diferencia que existe entre ambos

sensores es proporcional a la velocidad del aire.



Pero además de medir la velocidad del aire, es necesario determinar la temperatura y humedad, para esto se utilizan los siguientes instrumentos:

- a) El termómetro de bulbo húmedo mide la temperatura del aire y la relaciona con la humedad del ambiente.
- b) El termómetro de bulbo seco funciona de la misma manera que los termómetros de mercurio y mide la temperatura ambiental, sin relacionarla con la humedad y la presión.
- c) El termómetro de globo mide la percepción de calor que tiene la persona expuesta.





1.3 Cálculos de temperaturas extremas

No solo basta con utilizar instrumentos que miden la temperatura y velocidad del aire, sino que además se deben utilizar esos datos para calcular la temperatura real a la que se expone la persona en el puesto de trabajo evaluado.

1.3.1 Cálculos para altas temperaturas

Para determinar el calor, es necesario calcular:

a) Índice TGBH (Temperatura Globo Bulbo Húmedo

1. Al aire libre con carga solar directa:

$$TGBH = 0.7 Tbh + 0.2 Tg + 0.1 Tbs$$

2. Al aire libre sin carga solar o bajo techo:

$$TGBH = 0.7 Tbh + 0.3 Tg$$

Donde:

TGBH = temperatura de globo y bulbo húmedo (°C)

Tbh = temperatura natural del bulbo húmedo (°C)

Tbs = temperatura de bulbo seco (°C)

Tg = temperatura de globo (°C)

Con estas fórmulas se realiza el cálculo de temperatura y luego se compara con la legislación nacional vigente.

Distinta es la situación cuando la exposición a altas temperaturas no es continua durante la jornada de trabajo. Para los trabajos intermitentes se utiliza la siguiente formula:



$$TGBH = \frac{((T_{gbh1}) \times t_1 + (T_{gbh2}) \times t_2 + \dots + (T_{gbhn}) \times t_n)}{(t_1 + t_2 + \dots + t_n)}$$

Donde:

Tgbhn = valores de las n mediciones en los diferentes intervalos de la jornada.

Tn = tiempo n de duración de cada intervalo.

El valor que resulte de esta ecuación corresponde a la temperatura promedio a la que se expone el trabajador.

El decreto supremo 594 en su artículo 96 establece el máximo de las temperaturas ambientales a las que se puede exponer un trabajador en el plazo de 1 hora, relacionado con el gasto energético de su labor:

Valores de las temperaturas TGBH admisibles (°C)					
	Carga de trabajo según costo energético (M)				
Tipo de trabajo	Liviana inferior a 375 kcal/h	Moderada 375 a 450 kcal/h	Pesado mayor a 450 kcal/h		
Trabajo continuo	30	26.7	25		
75% trabajo -25% descanso (cada 1 hora)	30.6	28	25.9		
50% trabajo - 50% descanso (cada 1 hora)	31.4	29.4	27.9		
25% trabajo - 75% descanso (cada 1 hora)	32.2	31.1	30		

Tabla 4: "Valores de temperatura admisible" Fuente: Decreto Supremo 594, 1999.

1.3.2 Cálculos para bajas temperaturas.

La determinación de la exposición al frio se realiza principalmente para cuidar que la temperatura interna de los trabajadores no descienda de los 36°C o 35°C en una exposición excepcional.



Para determinar la exposición a bajas temperaturas se debe:

- a) Calcular el índice de sensación térmica (Tabla 2)
- b) Calcular el índice de estrés térmico del IST (Tabla 5)
- c) Establecer la valoración subjetiva del medio ambiente frio (Tabla 1)

Finalmente, y con relación al estrés térmico el IST establece un índice que equivale a un balance establecido por la relación entre la energía necesaria para eliminar las condiciones ambientales dadas y la energía que es posible eliminar por medio del sudor.

Para elaborar esta tabla, se toma como punto de referencia normal la temperatura de la piel de 35°C y un área corporal de 1,86°C, según lo que establece el Instituto de Salud Pública.

VALOR IST	IMPLICACIONES HIGIENICAS Y FISIOLOGICAS DE LA EXPOSICIÓN DIARIA DURANTE 8 HORAS DE TRABAJO
	- Estrés severo.
70	- Debe esperarse una reducción en el rendimiento del
-70	trabajo físico Es deseable la selección médica del personal.
-60	 Condiciones inadecuadas cuando el esfuerzo mental
	exigido por el trabajo es apreciable.
	- Se precisa ropa adicional especial.
	- Estrés frio moderado.
-50	- Si el trabajo es de tipo ligero, exige funciones
	intelectuales, destreza o especial atención, puede
-40	esperarse una pequeña reducción en el rendimiento o
20	calidad del trabajo, no así en trabajos moderados o
-30	pesados Se precisa ropa adicional.
	- Suave estrés frío.
-20	- Es condición frecuente en áreas donde los trabajadores
-10	se recuperan de la exposición al calor.
0	- Situación neutra.
	- Ausencia del estrés.
4.0	- Estrés térmico suave a moderado.
+10	- Si el trabajo exige funciones intelectuales, destreza o
+20	especial atención, puede esperarse una pequeña
+20	reducción entre moderada y sustancial en la calidad o rendimiento del trabajo.





+30	 En trabajos físicamente pesados puede esperarse un ligero descenso del rendimiento respecto a condiciones térmicas neutras.
	- Estrés térmico muy severo.
	 Solamente un pequeño porcentaje de la población está calificado para estos trabajos.
+40	 Son necesarios periodos de descanso para trabajadores no aclimatados previamente.
.50	·
+50	 Debe esperarse una reducción en el rendimiento del trabajo físico.
+60	- Es deseable la selección médica del personal
	eliminando para estos trabajos a aquellos que tengan
	problemas cardiovasculares, respiratorios o dermatitis
	crónica.
	- Condiciones inadecuadas cuando el esfuerzo mental
	exigido por el trabajo es apreciable
	- Estrés térmico muy severo.
	- Solamente un pequeño porcentaje de la población está
	calificado para estos trabajos.
+80	
+60	- El personal será seleccionado previo reconocimiento
	médico por ensayos realizados en las condiciones de
+90	trabajo después de la climatización.
	- Son necesarias medidas especiales de suministro de
	agua y sal.
	- Debe reducirse la dureza del trabajo físico.
+100	- Es el máximo estrés tolerable.
	- Realizado por trabajadores jóvenes físicamente
	adecuados y previamente aclimatados

Tabla 5: "Significado de los valores del índice de estrés térmico" Fuente: IST



Conclusión

La exposición a altas temperaturas, puede tener efectos adversos en la salud de los trabajadores expuestos. No solo la exposición al frio puede generar efectos fisiológicos, sino que la exposición al calor también tiene efectos tanto físicos como mentales.

Para poder implementar medidas de control adecuadas, es necesario que se realice un levantamiento de las condiciones higiénicas, infraestructura y condiciones propias del trabajador. Con estos datos, más las mediciones de temperatura y velocidad del aire se pueden determinar la temperatura real a la que se expone el trabajador y así determinar las medidas preventivas para cada puesto de trabajo.

Por lo general, las medidas de protección se implementar acorde a la temperatura y el tiempo al que se exponen los trabajadores. Entre estas medidas, las más comunes son la utilización de ropa y elementos de protección personal adecuados, pausas de trabajo en ambientes con temperatura adecuada, buena hidratación y alimentación, entre otros.





Bibliografía

José María Cortés Díaz. (2007). Técnicas de prevención de riesgos laborales. Madrid: España: Tebar.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2006). Exposición laboral al frío. 01 de Julio del 2016, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) Sitio web:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_enot_92.pdf

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (S.f.). Trabajar con calor. 03 de Julio del 2016, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) Sitio web:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/CARTELES%20Y%20FOLLETOS/FOLLETOS/2012/TRABAJAR%20CON%20CALOR.pdf

Decreto n°594. (1999). Aprueba Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. Publicada en el *Diario Oficial* de la República de Chile el día 29 de abril de 2000. Recuperado el 1 de marzo de 2013 de: http://bcn.cl/grx

16







INSTRUMENTOS DE HIGIENE INDUSTRIAL.

UNIDAD Nº III

Iluminación, radiación y presión atmosférica.







Introducción

La iluminación en los puestos de trabajo es un factor fundamental a la hora de realizar las tareas de manera confortable. Los trabajadores que desarrollan sus labores en ambientes con iluminación deficiente disminuyen su productividad y se encuentran más propensos a sufrir accidentes laborales, ya que tienen una menor visibilidad de los objetos y del espacio.

En Chile el Decreto Supremo 594 establece las condiciones básicas de iluminación que deben existir en los puestos de trabajo y regula los cálculos, para que en base a los resultados obtenidos, las empresas puedan implementar medidas preventivas ante la ocurrencia de accidentes laborales.

En este documento se describirán las características propias de la visión, el instrumento de medición de iluminación y los cálculos, los que se compararan con los límites expresados por la normativa legal vigente.





Ideas Fuerza

- 1. El sentido de la visión se basa en la capacidad del ojo para absorber la luz y transmitirla, a través del nervio óptico, al cerebro. Con el objetivo de captar las imágenes y apreciar sus características, interpretar los cambios, identificar objetos y superficies, entre otros.
- 2. Cuando los trabajos se realizan con iluminación deficiente aparecen efectos como una fatiga visual y del sistema nervioso central, producto del esfuerzo que se necesita para interpretar señales insuficientemente o equívocas y por momentos una fatiga muscular por mantener una postura incómoda.
- 3. Cuando se realizan trabajos con luz natural es necesario que se realice un acomodamiento adecuado de los puestos de trabajo, con relación a las ventanas. De esta manera los trabajadores no sufrirán deslumbramientos y la luz solar no será reflectada directamente sobre la superficie de trabajo.





1. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA ILUMINACIÓN

Para comprender adecuadamente el tema de la iluminación, es necesario tener claro conceptos básicos. Entre los más relevantes se encuentran:

- Luminancia: corresponde a la intensidad luminosa que se emite por unidad del área de una superficie, hacia una dirección puntual.
- Nivel de iluminación: corresponde a la cantidad de luz que recibe una superficie emitida desde una fuente emisora de luz.
- Lux: es la unidad de intensidad de la iluminación del sistema Internacional, corresponde a un lumen/m2.
- Contraste: corresponde a la relación existente entre la luminancia de dos superficies que tienen diferentes niveles de iluminación.
- Reflexión: corresponde al cambio que se produce en la trayectoria de propagación de la luz cuando choca con una superficie.
- Deslumbramiento: corresponde a un fenómeno de la visión donde se pierde o disminuye la capacidad de identificar objetos, de manera momentánea. Este fenómeno ocurre cuando existe una mala distribución de la iluminación o cuando ocurren contrastes excesivos.
- Incandescencia: corresponde a la emisión de luz por calor. Esto se da cuando un cuerpo se calienta a tal punto que emite una radiación electromagnética, que es visible a los ojos de las personas.
- Brillo: corresponde a la cantidad de flujo luminoso emitido por un cuerpo.
- Confort visual: corresponde a un estado que produce armonía y equilibrio de la visión. El confort se logra cuando existe una naturaleza, estabilidad y cantidad de luz adecuada a las exigencias visuales de la tarea.

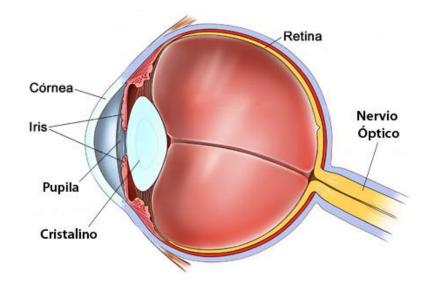
2. VISIÓN DE LAS PERSONAS

Una correcta iluminación en el ambiente laboral hará que los trabajadores, en condiciones adecuadas de confort visual, puedan desempeñarse de mejor manera, sacando el máximo de producción y realizando sus labores de manera segura, ya que la iluminación ideal permite la correcta visibilidad de los objetos y del espacio de trabajo.





Para conocer de qué manera funciona la visión de las personas, primero se debe conocer de qué manera funciona el sentido de la visión:



El ojo es el órgano por el cual se desarrollan las sensaciones de color y luz, a recibir la iluminación que se conduce al cerebro por medio del nervio óptico. Corresponde a un globo ocular compuesto por líquido.

El ojo está compuesto por el nervio óptico, la córnea, la retina, el iris, el cristalino y la pupila. Este actúa de la misma manera que una cámara fotográfica. Las funciones de cada componente son:

- La cornea cumple la función de entregarle protección al ojo, en conjunto con las cejas, los parpados y las pestañas.
- La pupila y el iris regularan el ingreso de luz al ojo por medio de los músculos ciliares, tal cual como funciona el diagrama de una cámara fotográfica, donde el cristalino funciona como lente de potencia variable dependiendo de la distancia entre el objeto y el ojo.
- La retina la conforman las membranas fotosensibles ubicadas atrás del ojo donde se forman y quedan impresionadas las imágenes.
- El nervio óptico tiene por función transmitir al cerebro, por medio de fibras nerviosas, las imágenes que serán transformadas en energía nerviosa o sensaciones.

Para que la visión se logre, existen 3 elementos que intervienen en el proceso; el ojo, el cerebro y la luz. Estos tres elementos se relacionan de la siguiente manera:



- Primero la luz ingresará a la córnea hasta llegar a la pupila, la que se expandirá o contraerá dependiendo de la intensidad. En los momentos donde exista mayor intensidad de luz, la pupila será más pequeña para evitar que se produzcan deslumbramientos. En el caso de los momentos con menos luz, la pupila se agrandará para captar mayor luz.
- En segundo lugar, el cristalino proyectará imágenes enfocadas en la retina. Esta se aplanara o abombara dependiendo de la distancia a la que se encuentren los objetos.
- En tercer lugar, la retina recibirá la imagen invertida en sus paredes. La luz estimulará las fibras nerviosas (bastones y conos) que transformara la imagen en impulsos nerviosos. Estos impulsos nerviosos se transmitirán al cerebro por medio del nervio óptico.
- Finalmente, el cerebro recibirá la información, enderezará la imagen y luego interpretará la información de posición, color, tamaño, etc.

El ojo no tiene la capacidad de ver en todas las condiciones, sino que tiene la posibilidad de ver tres tipos de visión; la mesotópica, la fotópica y la escotópica.

- La visión fotópica corresponde a la visión de día. En ella se perciben los colores, las texturas y las formas de manera detallada, percibiendo tanto los colores como las sombras gracias a la activación de las fibras nerviosas (conos y bastones).
- La visión escotópica corresponde a la visión nocturna o bien la visión limitada.
 En ella se perciben la distancia de los objetos y su forma, pero existe dificultad para detallar colores y texturas. En este proceso solo se activan algunas fibras nerviosas (bastones).
- La visión mesotópica corresponde al proceso intermedio entre la visión fotópica y la escotópica. Se puede denominar proceso de acomodación de la visión donde se activan algunas fibras nerviosas (bastones o conos).

Por otra parte, existen factores que son claves en la visión, como:

- a) La acomodación visual: corresponde a la capacidad que tienen los ojos para enfocar objetos a distintas distancias.
- b) La adaptación visual: corresponde a la adaptación del ojo a los diferentes niveles de luz.





c) La agudeza visual: corresponde a la capacidad que tienen los ojos de percibir y diferenciar visualmente los detalles pequeños.

3. TIPOS DE ILUMINACIÓN

La iluminación es suministrada de dos fuentes distintas, la natural o la artificial.

La iluminación natural corresponde a la luz recibida del sol. Este tipo de iluminación presenta ventajas por sobre la iluminación artificial, como por ejemplo: no solo ilumina, sino que además produce sensación térmica, no contamina, no supone un costo económico por su uso, es renovable, etc.

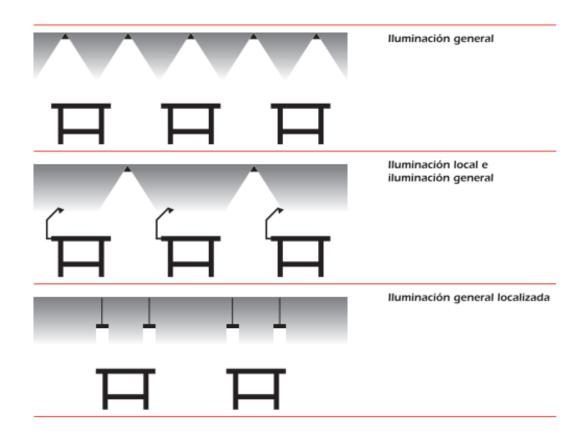
Pero así como presenta ventajas, también presenta desventajas, entre las que se encuentran: la cantidad de lux recibido, dependerá del horario y de las condiciones climáticas, no siempre presenta el mismo nivel de iluminación, presenta un mayor nivel de destello generado por la fuente.

En el otro caso, la iluminación artificial es aquella que suministran las fuentes luminosas artificiales, por ejemplo las lámparas fluorescentes.

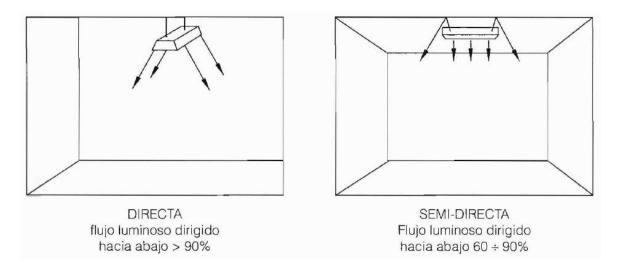
Dependiendo del reparto de luz, esta puede ser localizada o general. La luz o iluminación general corresponde a la luz que se reparte de manera uniforme por toda la superficie de trabajo. En cambio la luz generalizada es aquella donde la luz o iluminación se enfoca en un punto donde la luz general no ilumina lo necesario.



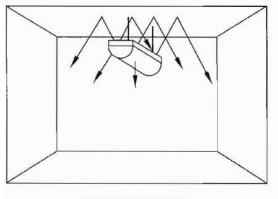


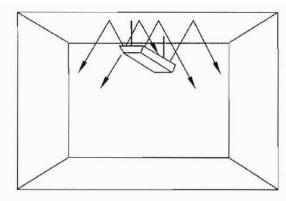


Dependiendo de la distribución de las iluminarias, la luz artificial puede ser directa, indirecta, semi-directa, semi-indirecta o uniforme. Esto dependerá del porcentaje de luz que refleje, como se puede ver en la siguiente figura:



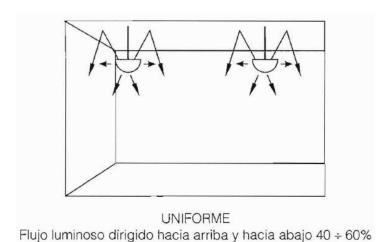






SEMI-INDIRECTA Flujo luminoso dirigido hacia arriba 60 ÷ 90%

INDIRECTA Flujo luminoso dirigido hacia arriba ≥ 90%



Los niveles de iluminación en los puestos de trabajo dependerán de lo complejo que sea la percepción visual. Las distintas actividades que se desarrollan en un puesto de trabajo, requiere de niveles medios de iluminación dependiendo de:

- a) El tamaño del objeto que se va a observar.
- b) La reflexión de la luz.
- c) La distancia existente entre el ojo y el objeto que se va a observar.
- d) El tiempo que se destina a observar.
- e) El contraste de la luz.
- f) Entre otros.



4. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE LA ILUMINACIÓN

Para medir la iluminación, el aparato más utilizado es el luxómetro. Este instrumento está compuesto por una célula fotoeléctrica que capta la luz para convertirla en impulsos eléctricos, los que posteriormente serán representados en interpretados en una imagen o aquia con la escala de lux que corresponda.

Los luxómetros son utilizados para medir de manera precisa el nivel de iluminación de los puestos de trabajo.



Los luxómetros funcionan por medio de una celda fotovoltaica, donde el circuito recepciona la luz para transformarla en una señal eléctrica. Dicha señal se puede observar mediante el desplazamiento de la aguja o por medio de la cifra que arroja el instrumento.

5. NORMATIVA DE EXPOSICIÓN

El decreto supremo 594 es la normativa donde se establecen los límites de iluminación que deben existir en los puestos de trabajo, para que estos sean confortables.

El artículo 103 establece que "Todo lugar de trabajo, con excepción de faenas mineras subterráneas o similares, deberá estar iluminado con luz natural o artificial que dependerá de la faena o actividad que en él se realice". Los valores mínimos de iluminación promedio que deben existir en los puestos de trabajo se indican en la siguiente tabla:





LUGAR O FAENA	ILUMINACION EXPRESADA EN LUX
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada máquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en fundiciones y trabajos similares.	300
Trabajo con poco contraste, lectura continuada en tiempo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabaos similares.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1000
Trabajos prolongados con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1500 a 2000
Sillas dentales y mesas de autopsia.	5000
Mesa quirúrgica	20000





Para las labores donde se requiera de 1000 lux o más, la iluminación general se debe complementar con iluminación localizada. En el artículo 104 del decreto supremo 594 se establece la relación que debe existir entre la iluminación general y la localizada, como lo expresa la siguiente tabla:

ILUMINACIÓN GENERAL (Lux)	ILUMINACIÓN LOCALIZADA (Lux)
150	250
250	500
300	1000
500	2000
600	5000
700	10000

Por otra parte, no solo se establece el nivel de iluminación, sino que también de iluminancia (brillo), que dependerá de la complejidad del trabajo. En el artículo 105 del Decreto Supremo 594, se presenta la tabla de límites de iluminancia:

TAREA	LUMINANCIA EN cd/m2
Demasiado difícil	Más de 122,6
Muy difícil	35 - 122,6
Difícil	12,3 – 35
Ordinaria	5,3 - 12,3
Fácil	Menor de 5,3



6. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LA EXPOSICIÓN A ILUMINACIÓN DEFICIENTE.

Para que los trabajadores puedan desarrollar sus labores de forma adecuada, una de las condiciones esenciales que deben tener es una iluminación adecuada. Pero no solo la iluminación general del recinto, sino la iluminación directa que recibe el trabajador en su puesto de trabajo. Por ende, mientras más minuciosa sea la labor que desarrolla el trabajador, mayor debe ser la luz que recibe directamente en su puesto de trabajo.

La iluminación inadecuada genera trastornos como problemas en el sistema nervioso, fatiga en los ojos, disminuye la productividad y es uno de los principales responsables de los accidentes laborales.

Entre los efectos que puede sufrir una persona que realiza sus funciones en lugares con iluminación inadecuada, son:

- Deslumbramientos.
- Visión borrosa.
- Fatiga visual.
- Perdida momentánea de la visión.
- Picazón y molestia en los ojos.
- Cansancio de la vista.
- Lagrimeo.
- Dolor de cabeza y mareos.
- Entre otros.

Pero para evitar que se produzcan estos efectos, es necesario que los puestos de trabajo estén iluminados con una intensidad que favorezca el confort visual.

Entre las medidas preventivas para la exposición a iluminación deficiente se encuentran:

- Privilegiar siempre el uso de la luz natural.
- Realizar limpieza permanente de las iluminarias, incluso de las ventanas.
- Pintar las paredes y los techos de colores claros para favorecer la iluminación.

13





- Evitar superficies brillantes o que reflejen la luz en las superficies de trabajo.
- Mantener iluminadas todas las áreas donde ha debe ser la luz que recibe directamente en su puesto de trabajo y personas, sobre todo los pasillos, las escaleras y las salidas de emergencias.
- Utilizar iluminación localizada en los trabajos que requieren de mayor detalle y precisión.
- Evitar que se produzcan deslumbramientos, ya sea por luz natural o artificial.
- Cuando se utilice iluminación artificial, se deben seleccionar las iluminarias dependiendo de: la cantidad de luz que emite, el color de la luz que emite, el rendimiento y la duración, y el rendimiento en color sobre los objetos.

14





Conclusión

El uso correcto de las fuentes de iluminación permitirá que exista un nivel de iluminación adecuado para la realización de las distintas actividades de los puestos de trabajo. La selección y posicionamiento adecuado de las fuentes de iluminación permitirá mantener en buenas condiciones las superficies de trabajo y prevendrá la ocurrencia de accidentes por poca visibilidad.

Cabe destacar que la buena iluminación es esencial para crear ambientes de trabajo óptimo donde los trabajadores desempeñes sus funciones con confort visual, permitiendo un aumento en la productividad. Por otra parte, los puestos de trabajo con iluminación inadecuada, o con malos diseños de los puestos de trabajo en relación a la llegada de luz, generarán efectos molestos en los trabajadores, disminuyendo la productividad y generando diversos efectos negativos en las personas.

Por tanto es esencial mantener, en los distintos puestos de trabajo, una iluminación adecuada realizando evaluación de los puestos de trabajo y apoyando con iluminación artificial aquellas superficies donde se desarrollen labores con requerimiento de iluminación mayor.





Bibliografía

José María Cortés Díaz. (2007). Técnica de prevención de riesgos laborales. Madrid, España: Tebar.

Fotonostra. (S.f.). Funcionamiento del ojo. 9 de julio del 2016, de Fotonostra Sitio web: http://www.fotonostra.com/digital/ojohumano.htm

EcuRed. (S.f.). Luxómetro. 10 de julio del 2016, de EcuRed Sitio web: http://www.ecured.cu/Lux%C3%B3metro

Ministerio de Salud. (2000). APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BASICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO. 10 de Julio del 2016, de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile Sitio web: http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766

ISTAS. (S.f.). Iluminación. 12 de julio del 2016, de ISTAS Sitio web: http://www.istas.ccoo.es/descargas/gverde/ILUMINACION.pdf







INSTRUMENTOS DE HIGIENE INDUSTRIAL

UNIDAD Nº III

Iluminación, radiación y presiones atmosfericas.







Introducción

Las radiaciones se encuentran presentes en todos los puestos de trabajos, ya sea de forma natural por radiación solar o artificialmente en sus usos industriales.

La importancia de determinar la radiación a la que se exponen los trabajadores son sus efectos, que en su mayoría son acumulativos e irreversibles al trabajador y a su descendencia. Es por esto que es necesario mantener las medidas de control adecuadas para quienes se expongan a radiaciones.

En el caso de las presiones atmosféricas, estas afectan a los trabajadores cuando desarrollan trabajos a elevadas alturas geográficas, disminuyendo su capacidad laboral producto de los efectos fisiológicos que se originan.

En todos los puestos de trabajo las personas se encuentran expuestas a uno o más factores de riesgo, por tanto es de vital importancia evaluar los puestos de trabajo para determinar las medidas de control con el objetivo de disminuir dichos riesgos.





Ideas Fuerza

- 1. Una persona se puede encontrar expuesta a la radiación de dos formas, ya sea por irradiación o por contaminación radiactiva. Los efectos producto de la exposición pueden aparecer en un lapso pequeño de tiempo o después de un periodo de tiempo.
- Entre las medidas de control radiológico es de suma importancia crear un programa de formación y capacitación permanente para todos los trabajadores expuestos, donde se expliquen los riesgos de la exposición
- 3. Los efectos por exposición a presiones anormales son diversos y varían entre una y otra persona, dependiendo de las características fisiológicas de cada individuo.
- 4. Entre los factores que intervienen en los trabajos a presiones anormales se encuentran; la altura, el tiempo de exposición y las condiciones fisiológicas personales.





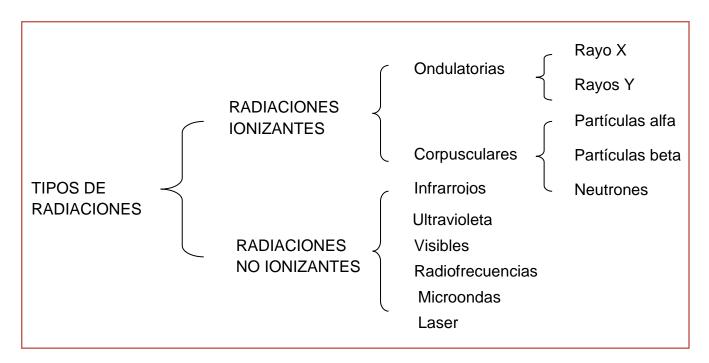
1. TIPO DE RADIACIONES

DEFINICIÓN...

Se entiende por radiación a un fenómeno físico que consiste en emitir, propagar y absorber energía por parte de la materia, ya sea en forma de ondas (radiación electromagnética o sonora) o bien como partículas subatómicas (corpusculares).

Existen dos tipos de radiaciones; las radiaciones ionizantes corresponden a energía expulsada por los átomos en forma de partículas o de ondas electromagnética y las radiaciones no ionizantes corresponden a aquellas ondas o partículas que no son capaces de arrancar electrones de la materia que ilumina.

Tal como se muestra en el siguiente esquema, las radiaciones ionizantes se dividen en ondulatorias y corpusculares, esto quiere decir rayos X, rayos gamma, neutrones y partículas alfa y beta. En el caso de las radiaciones no ionizantes se encuentran los rayos laser, infrarrojos, microondas, radiofrecuencias, etc.





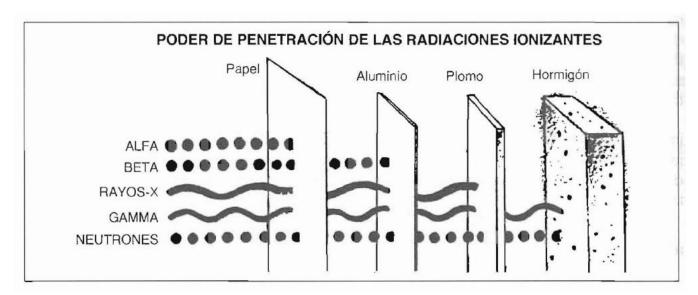
1.1 Radiaciones no ionizantes

Las radiaciones no ionizantes son recibidas por las personas a diarios, incluso en las labores domésticas. Por ejemplo, el uso de microondas, rayos laser, equipos infrarrojos, celulares, fotocopiadora, entre otro, emiten radiaciones no ionizantes. En el caso de las personas expuestas en el ámbito laboral, las radiaciones no ionizantes más comunes son la ultravioleta, microondas e infrarrojos.

- a) Radiaciones microondas: son muy utilizadas en la medicina y las industrias. Quienes emiten este tipo de ondas pueden ser: hornos microondas o aceleradores de reacción, etc.
 - b) Radiaciones infrarrojas: es una energía radiante que proviene de cuerpos calientes, por lo general se presenta en las industrias por medio de los hornos de fusión, los hornos de secado, etc.
- c) Radiaciones ultravioleta: las radiaciones provenientes del sol, atraviesan la capa de ozono llegando a las personas como radiación menos dañina. Por otra parte existe radiación ultravioleta que proviene de la soldadura, tubos fluorescentes, lámparas, etc.

1.2 Radiaciones ionizantes

Se caracteriza por tener una gran capacidad de provocar la ionización sobre la materia. Se clasifican en corpusculares u ondulatorias y su potencial de penetración en la materia se observa en la siguiente imagen:





La siguiente tabla presenta la clasificación de las radiaciones ionizantes:

TIPOS DE RADIACIONES IONIZANTES			
RADIACIONES ONDULATORIAS		producen en reacciones o interacciones de las capas electrónicas del átomo.	
		n las fuentes en las que normalmente se Itilizan se puede controlar su producción.	
	RAYOS Y	Se producen en reacciones de núcleos atómicos inestables.	
		u poder de penetración es muy elevado.	
RADIACIONES ORPUSCULARES	ARTICULAS ALFA	n núcleos de helio. Poseen cuatro unidades masa y dos unidades de carga electrónica positiva.	
		Su poder de penetración es muy escaso.	
		on electrones nucleares expulsados a gran locidad. Su masa es prácticamente nula y posee carga negativa.	
		Poseen penetración escasa	
	EUTRONES	rman junto con los protones el núcleos. No tienen masa ni carga.	
		Poseen penetración elevada.	

CABE DESTACAR QUE...

El Decreto Supremo 594 en sus artículos 107, 108, 109 y 110, establece los límites permisibles para radiaciones ionizantes y no ionizantes a los que se exponen los trabajadores.

Para comprender de manera correcta los temas relativos a radiaciones es importante conocer algunos conceptos como:

- Dosis o dosis absorbida: corresponde a la cantidad de energía que absorben los objetos irradiados o bien la relación que existe entre la energía que se absorbe y la masa.
- Dosis equivalente: corresponde a la dosis que absorbe una persona tomando en cuenta el efecto o daño que en ella cause. Esta dosis dependerá de que tipo de radiación sea, de cómo se distribuya y del tejido irradiado.



- Dosis efectiva: corresponde a la sumatoria de todas las dosis equivalentes de las distintas partes del cuerpo.
- Campo de radiación: se define así a la exposición o la intensidad de la exposición a la radiación.

2. EFECTO DE LAS RADIACIONES EN EL ORGANISMO.

Una persona se puede encontrar expuesta a la radiación de dos formas, ya sea por irradiación o por contaminación radiactiva. Cuando se habla de irradiación, se hace referencia a la exposición a una fuente de radiación con la cual no se tiene contacto directo. En el caso de la contaminación radiactiva, corresponde a la exposición directa con contacto con la fuente de radiación.

Por lo general el personal expuesto a radiaciones presenta efectos en su salud de diversas formas. Entre los efectos que se pueden observar se encuentran las alteraciones en:

- Sistema urinario.
- Aparato digestivo.
- Sistema nervioso.
- La piel.
- Sistema cardiovascular.
- Los ojos.
- Sistema reproductor.

Los efectos producto de la exposición pueden aparecer en un lapso pequeño de tiempo o después de un periodo de tiempo, por ejemplo luego de un año, o también luego de haber cesado en la exposición.

Cabe destacar que los efectos que presenten las personas tendrán relación directa con la dosis de radiación recibida, el tiempo de exposición y los factores personales de cada trabaiador.



3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE RADIACIONES.

No existe un instrumento capaz de medir todo tipo de radiaciones, sino que existen diversos instrumentos enfocados en los distintos tipos de radiaciones, por ejemplo ultravioleta, partículas alfa y beta, etc.

Los instrumentos de medición se dividen en dos grupos, los instrumentos de medición de dosis y los instrumentos de conteo de partículas, siendo los más comunes:

- **Contadores a gas**: corresponden a instrumentos que miden la cantidad o porcentaje de partículas (alfa, beta y gamma) que entran al instrumento de medición. Este instrumento está compuesto por un pequeño cilindro de gas, a lo largo del que existe una diferencia de potencial.

Lo que se preocupan de medir los contadores a gas son las partículas que producto de la ionización penetran en el dispositivo e ionizan el gas. El detector se ocupa de medir el cambio de voltaje que resulta, es decir mide la interacción entre el gas y las partículas. Uno de los contadores a gas más comunes es el detector Geiger-Muller.

- Contadores de centelleo: estos instrumentos trabajan sobre el principio de la interacción entre las partículas de radiación y un material solido o líquido. Los contadores de centelleo son transductores, es decir, la energía cinética que proviene de la partícula se convierte en un haz de luz, producto de la interacción con el medio solido o líquido, usando uno de los dos medios dependiendo del tipo de radiación que se desea medir.

Los haces de luz (centelleo) se amplifican por medio de tubos fotomultiplicadores y registrados por el detector. Finalmente se realiza un conteo de los impulsos y se ordenan dependiendo de las características de los pulsos.

- **Dosímetros**: este instrumento no mide directamente el porcentaje de partículas que impactan en el medio de detección, sino que la dosis efectiva de radiación. Los dosímetros también trabajan en base a la relación existente entre la radiación y un tipo de material. La dosis efectiva corresponde a la cantidad de radiación que queda depositada en un tipo de material, que por lo general es el tejido humano.

Por lo general, el dosímetro es utilizado por la persona expuesta a la radiación y determina la dosis (cantidad) de radiación que recibe la persona.





4. MEDIDAS DE CONTROL A LA EXPOSICIÓN DE RADIACIONES

Las medidas de control para las personas expuestas a las radiaciones son variadas, y dependerán del tipo de radiación al que se encuentren expuestas.

Entre las medidas más comunes se encuentran:

- Antes de exponer a los trabajadores se debe evaluar las condiciones laborales, para determinar de manera exacta la naturaleza y magnitud de la radiación.
- Crear planes y programas enfocados en los trabajadores expuestos a radiación, considerando los distintos niveles de radiación a los que se exponen.
- Respetar los límites permisibles de dosis para los trabajadores que se exponen a radiación descritos en el Decreto Supremo 594.
- Otorgar al trabajador expuesto todos los elementos de protección personal necesarios para disminuir el riesgo.
- Crear un programa de formación y capacitación permanente para todos los trabajadores expuestos, donde se expliquen los riesgos de la exposición, los procedimientos de trabajo seguro, la importancia del autocuidado, etc.
- Delimitar los sectores de trabajo dependiendo del riesgo que presenten, por ejemplo las zonas de acceso restringido o las zonas de acceso con protección, etc.
- Realizar permanentemente mediciones para obtener la dosis real a la que se exponen los trabajadores.
- Realizar chequeos pre-ocupacionales, ocupacionales y post ocupacionales a los trabajadores, para analizar la concentración de radiación en su organismo.
- Señalizar los lugares donde exista riesgo radiológico, informando del nivel de riesgos que presente cada lugar.





5. PRESIONES ATMOSFERICAS

Definición...

- Se define **presión atmosférica** a la presión ejercida por el aire en algún punto de la atmosfera. La presión atmosférica normal corresponde a los 760 mm de mercurio (hg) a 0 metros de altitud (nivel del mar).
- Se define **hipobarismo** a los efectos fisiológicos de las personas cuando desarrollan actividades desde los 3000 mts. sobre el nivel del mar.

Las personas que trabajan a 3000 mts. o más sobre el mar, acondicionan su cuerpo involuntariamente en tres etapas:

a) Acomodación:

Corresponde a los cambios fisiológicos que ocurren a nivel hormonal y cardiopulmonar durante las primeras horas de la exposición, por lo general no dura más de 48 horas.

Entre los efectos que pueden ocurrir en este proceso se encuentra el aumento del ritmo cardiaco, la falta de concentración, el aumento de la frecuencia respiratoria, entre otros.

b) Aclimatación:

En este proceso los cambios fisiológicos tardan más tiempo en desaparecer, en un lapso de 5 días aproximadamente. Los efectos en este proceso son a nivel celular, hematológico, cardiovascular, respiratorio y hormonal.

Entre los efectos que se pueden dar se encuentran el aumento de la glucosa en la sangre, disminución de la presión arterial, cambio de ph de los ejidos pulmonares, etc.

c) Adaptación:

En este proceso se identificarán cambios fisiológicos diversos en las personas, ya que no a todos les afecta de la misma manera la permanencia a alturas sobre 3000 mts.





5.1 Instrumento de medición de presiones atmosféricas



El barómetro es el instrumento que se utiliza para la medición de presiones atmosféricas y el más utilizado es el que trabaja en base a mercurio.

Este instrumento es de uso sencillo y preciso. A nivel del mar, es decir a presión atmosférica normal, el peso de la atmosfera hace que el mercurio suba 760 mm por un tubo de vidrio anteriormente calibrado.

Cuando la altitud es mayor, el mercurio subirá cada vez menos debido a que la columna de aire que existe sobre el barómetro es menor.

Los barómetro son instrumentos que no tienen complejidad en su uso, y a medida que avanza la tecnología, los barómetros eléctricos realizan la medición al instante solo al posicionarlos adecuadamente y apretar el botón para la medición.



5.2 Efectos de la exposición a presiones anormales

Los efectos por exposición a presiones anormales son diversos y varían entre una y otra persona, dependiendo de las características fisiológicas de cada individuo.

Las presiones anormales altas son aquellas que parten desde los 1520 mmhg en adelante, mientras que las presiones bajas corresponden a aquellas de 522 mmhg hacia abajo.

Entre los factores que intervienen en los trabajos a presiones anormales se encuentran; la altura, el tiempo de exposición y las condiciones fisiológicas personales.

Bajas presiones:

Cuando los trabajos se realizan en lugares ubicados sobre los 3.000 mts. de altura sobre el nivel del mar I presión disminuye. Producto de esto se generan diversos efectos, ya que al disminuir la presión, disminuye también el oxígeno. La exposición al trabajo a baja presión genera efectos como:

- a) Aumenta el volumen de los glóbulos rojos.
- b) Aumento inminente de la presión arterial.
- c) Se dilatan las cavidades derechas del corazón.
- d) En los peores casos puede ocasionar la muerte si el trabajador no desciende de la altura.

Entre las patologías que se presentan por exposición prolongada a presiones bajas se encuentran:

- a) Mal de montaña agudo
- b) Edema cerebral
- c) Hemorragias rutinarias
- d) Edema pulmonar

- Altas presiones:

Cada vez que los trabajadores descienden bajo los 520 mmhg bajo el nivel del mar, la presión aumenta considerablemente, y a su vez la disponibilidad de oxígeno y otros gases también aumenta.

Entre los efectos que producen los trabajos con exposición a altas presiones se encuentran:





- a) Dolor en el pecho.
- b) Tos seca.
- c) Fatiga.
- d) Cefaleas.
- e) Perdida de la fuerza
- f) Microhemorragias
- g) Fibrosis pulmonar
- h) Pérdida de conciencia.
- i) Convulsiones.

5.3 Medidas preventivas para la exposición a presiones anormales

Entre las medidas de control y prevención que se debe implementar cuando existe exposición a presiones adversas se encuentran:

- a) Exámenes médicos: se recomienda efectuar exámenes médicos al ingreso, durante la estadía y al egreso de los trabajadores a los lugares o sitios con presiones anormales.
- b) No se deben exponer a labores con riesgo a presiones a normales a los trabajadores que presenten problemas pulmonares, de hipertensión o cardiovasculares.
- c) La aclimatación vigilada a las temperaturas anormales es vital, ya que se determinara si los trabajadores son o no capaces de sobrellevarlas.
- d) La utilización de equipos adecuados es sumamente importante, sobre todo para los trabajadores que desempeñan labores expuestos a altas presiones.
- e) Es necesario que los trabajadores tengan unos días de aclimatación a la falta o abundancia de oxígeno.
- f) La alimentación debe ser calculada en base al gasto energético que tendrá la persona al realizar su trabajo, para evitar la aparición de otros efectos.
- g) Se debe realizar una evaluación minuciosa de los puestos de trabajo a los que se expondrá el trabajador, para tomar todas las medidas de control y evitar accidente o enfermedades profesionales.
- h) Utilizar ropa adecuada para la labor que el trabajador va a realizar, sea a baja o altas temperaturas.





- i) Mantener actividades permanentes de formación y capacitación para los trabajadores expuestos a condiciones de presión atmosférica anormal, considerando los riesgos a los que se exponen y las medidas de control necesarias.
- j) Establecer un programa control médico para todos los trabajadores expuestos a presiones atmosféricas anormales.

Cabe destacar que...

Para los profesionales del área de la prevención es fundamental poner especial atención a la identificación de las fuentes y de las intensidades que los riesgos entregan al medio ambiente laboral, para lograr proteger tanto a los trabajadores como a sus familias.

Cuando se encuentra la forma de crear conciencia de la protección, se evidencian las mejoras en la calidad de vida de los trabajadores.



14



Conclusión

Cuando los trabajadores realizan sus labores al aire libre, se puede desarrollar un análisis detallado de las posibles causas que pueden provocar situaciones de riesgos en la salud del trabajador.

Es por esto que es vital, prestarle importancia a las presiones atmosférica anormales, ya que al exponerse el trabajador, se logran evidenciar cambios fisiológicos agudos a moderados, generando en el peor de los casos alteraciones fisiológicas severas, que pueden incluso costar la vida de estos trabajadores.

Otro riesgo físico es la radiación que corresponde a un agente físico que el trabajador no percibe, y que solo al verse afectado sintomatológicamente se determina la existencia de esta agente dañino.

Se logra evidenciar que como todo agente higiénico, la radiación con buenas medidas de control, puede ser altamente beneficiosa para las personas, ya que mejorar la calidad de vida del enfermo, a pesar de que, en dosis muy altas también provoca daños irreversibles.





Bibliografía

Cortés Díaz, J.M. (2007). Agentes fisico ambientales II: iluminación, radiaciones ionizantes y no ionizantes.. En Técnicas de prevención de riesgos laborales.(458-464). Madrid, España.: Tebar.

Bragulla, P. (S.f.). Instrumentos para medir radiación. 16 de Julio del 2016, de EHOW Sitio web: http://www.ehowenespanol.com/instrumentos-medir-radiacion-lista 50450/

Pascual, A. & Gadea, E. (1993). NTP 614: Radiaciones ionizantes: Normas de protección. 16 de Julio del 2016, de Centro Nacional de condiciones de trabajo Sitio web: http://www2.uca.es/serv/prevencion/higiene/inst_radioac/NTP_614.PDF

