

RUIDO como un elemento contaminante de consideración.

Para poder llevar a cabo una medición del ruido, como sabemos el oído humano capta sonidos comprendidos en una frecuencia de 20 a 20,000 Hz, por lo que se puede dividir en secciones del campo de la audición:

- Banda de octava (**1/8**).
- Banda de media octava.
- Banda de tercia de octava (1/3 de 8va.)

Una octava es el intervalo comprendido entre una frecuencia determinada y otra igual al doble del valor de la primera, por ejemplo, medida utilizada al tocar el piano.

Las frecuencias preferentes son:

Para **1/8**: 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000Hz.

Para **1/3 de 8va.** : 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000 Hz.

Existen ciertos factores de primer orden que determina el riesgo de pérdida auditiva:

- a) **Nivel de presión sonora.** Este nivel es muy importante, ya que a mayor presión sonora, mayor daño al oído medio, aunque la relación entre ambas no es de tipo lineal.
- b) **El tipo de ruido va depender de la frecuencia en que se presente,** así como también si es **estable, intermitente, fluctuante o de impacto;** en general, el ruido continuo se tolera mejor que el discontinuo. Cuando el ruido se presenta en frecuencias superiores a 500 Hz produce un daño más importante que si fuera a frecuencias bajas.

Los **ruidos de impacto** cuando llegan a alcanzar los 140 decibeles, pueden causar un trauma sonoro.

- c) El tiempo de exposición se analiza desde dos ángulos: por Hr/día ú Hr/semana de acuerdo a la norma NIOSH.

t Hr.	ISO R-1999 (dB.)	OSHA (dB.)	NIOSH (dB.)
8	90	90	85
4	93	95	90
2	96	100	95
1	91	105	100
0,50	102	110	105
0,25	105	115	110
0,125	108	120	115

Los monitoreos de ruido se efectúan con aparatos denominados “sonómetros” que poseen un selector que envía el impulso del ruido sobre una frecuencia única para poder registrarlo.

La exploración del área ruidosa se efectúa trazando una cuadrícula dentro del área seleccionada, tomando el centro en cada cuadro, con el objeto de reproducirlas gráficamente y obtener líneas isosónicas.

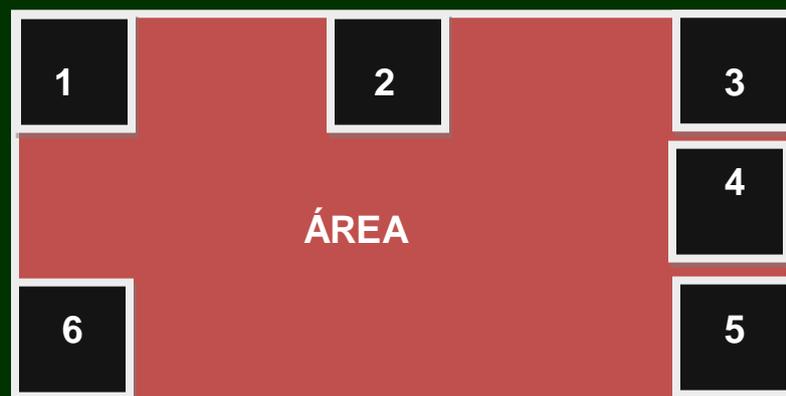
Si simplificamos la ecuación, tenemos que para establecer el valor del ruido que producen dos máquinas, en donde la primera genera 80 dB y la segunda 90 dB en el mismo espacio, tendríamos:

$$dB = 10 \log (10^8 + 10^9) = 10 \log 1.1 \times (10^9) = 90.4139 \text{ dB}$$

De esta manera, cuando en un local tenemos la siguiente distribución de maquinaria generando cada uno de los correspondientes valores de ruido

¿Cuál sería el valor total del local?

1. 84 dB
2. 87 dB
3. 90 dB.
4. 91 dB.
5. 87 dB.
6. 81 dB.



Si utilizamos la fórmula anterior el resultado sería:

dB = 95.6 en el área.

6.2.3.2. Vibraciones.

En los procesos industriales es frecuente encontrar focos que generen simultáneamente tanto ruido como vibraciones.

En el caso de ruido, como ya quedó establecido, su principal acción lesiva es en el oído medio, lo cual provoca sordera; en el caso de las vibraciones, afectarán zonas más extensas del cuerpo, inclusive en su totalidad, originando respuestas no esperadas en la mayoría de los casos.

Un cuerpo vibra cuando sus partículas se hallan inmersas en un movimiento oscilatorio respecto a un punto de referencia.

Si consideramos al cuerpo humano como un sistema biológico y físico muy complejo, se le puede asimilar a un modelo mecánico que comprende elementos tanto lineales como no lineales diferentes en cada persona.

Los efectos que se producen por la acción de las vibraciones sobre el organismo dependen de:

Zona afectada del cuerpo.

- **Cuerpo en su totalidad.**
- **Parte del cuerpo, las más comunes, mano-brazo.**

Características físicas del entorno internacional.

- **Dirección**
- **Frecuencia**

- **Amplitud**

Tiempo de exposición y su reparto.

- Con respecto al tiempo se distingue en: **breves** y de **larga duración**.
- Con respecto a su reparto se dividen en: **continuas** e **intermitentes**.

Naturaleza de la actividad industrial y de la población.

Entre los sectores más afectados son: el metalúrgico, la industria extractiva, la fundición, los astilleros, el calzado y la generación de energía eléctrica, así como el transporte aéreo.

Evaluación de la exposición humana a las vibraciones.

Existen diversas normas referentes a la exposición humana a vibraciones: ISO, ACGIH, AFNOR, DIN y la NOM, etc.

Métodos y equipo de medición. Una correcta evaluación requerida que los niveles de vibraciones se midan justo en el punto por donde van a transmitirse al cuerpo.

El instrumento utilizado es el **acelerómetro**. Con estos sistemas pueden evaluarse las señales recibidas según dos métodos:

- Ponderación de frecuencias.
- Análisis de frecuencias.

Equipos de Medición.

Existe una gran variedad sistemas, desde los puramente mecánicos, a los eléctricos y ópticos.

Lo más frecuente es que estén compuestos por:

- Un transductor que transforma la energía mecánica en una señal eléctrica.
- Un preamplificador, que aumentara la señal recibida convenientemente.
- Un analizador de frecuencia, en bandas de 1/8 o de 1/3 de 8va.
- Un medidor, calibrado en unidades habitacionales.

6.2.4. Radiaciones.

6.2.4.1. Radiación. Es la emisión de ondas o partículas que se propagan en el vacío o en un medio cualquiera por una fuente. Cuando se habla de radiaciones son radiaciones electromagnéticas.

Radiaciones electromagnéticas. Se describen en función de campos eléctricos y magnéticos que varían en el tiempo y se mueven en el espacio según patrones que semejan ondas transversales entre sí. Forman ángulos rectos en la dirección de la propagación. (Criterios de salud ambiental 16, radiofrecuencias y microondas, organización Panamericana de la salud/Organización Mundial de la Salud, publicación científica número 362, Washington 1984).

6.2.4.2. Características. Las características de las radiaciones electromagnéticas son:

- **Frecuencia** (). Es el número de oscilaciones por unidad de tiempo. Sus unidades son ciclos/segundo o conocidos también como Hertz (Hz).
- **Longitud de onda** (). Es la distancia entre dos puntos en fase de ondas adyacentes. Unidades de longitud (metros).
- **Energía** (E). Es proporcional a la frecuencia. Unidades electrón-voltio.

La frecuencia y la longitud de onda están relacionadas y determinan las características de la variación magnética. A mayor longitud de onda menor energía.

Las radiaciones electromagnéticas forman el espectro electromagnético, el cual abarca desde las radiaciones de gran energía, con frecuencias elevadas y longitudes de onda corta a radiaciones, con frecuencias bajas y longitudes de onda mayores.

6.4.2.3. Clasificación. En función a los valores de las longitudes de onda y de frecuencias las radiaciones se clasifican en:

6.4.2.3.1. Radiaciones no ionizantes (RNI). Son consideradas de baja energía la cual está determinada por su longitud de onda creciente y la frecuencia decreciente. Esta se localiza en la zona de menor energía en el espectro electromagnético. No producen ionización.

6.4.2.3.2. Radiaciones ionizantes (RI). Son aquellas radiaciones con gran capacidad de penetración en el cuerpo humano, debido a su origen y su alto poder energético, el cual está dado por su alta frecuencia y corta longitud de onda.

Las diferencias entre ambas radiaciones son:

- Su origen.
- La cantidad de energía.
- La capacidad de penetración en la materia.
- La capacidad de incorporar o perder electrones de los átomos o moléculas de la materia (que es la ionización).

Dentro de la región del espectro electromagnético de baja frecuencia correspondiente a la radiación no ionizantes, existe a manera de ejemplo una tabla en donde se muestran las radiaciones, los valores y las fuentes que conforman dicha región.

Dentro de los efectos biológicos que éstas producen están las de tipo **térmico** y **fotoquímico** principalmente.

La **radiación visible afecta principalmente al ojo humano**, debido al alto nivel de brillo, produciendo pérdida de agudeza visual y fatiga ocular.

Las radiaciones ionizantes son consideradas de alto riesgo debido a que son capaces de dañar o inclusive destruir organismos y tejidos vivos; sin embargo, éstos se utilizan como medios de diagnóstico en medicina y como tratamiento en ciertas formas de cáncer.

Estas radiaciones se forman como consecuencia de la desintegración natural de los átomos de alto peso atómico, produciendo el fenómeno de radioactividad y en aparatos como los tubos de vacío que producen los rayos X. ambos casos tienen interés para fines de seguridad.

Radioactividad. Es un fenómeno natural o provocado, caracterizado por la transformación espontánea de un núcleo atómico en otro núcleo, acompañado de la emisión de partículas y radiaciones electromagnéticas. Las partículas emitidas en la desintegración se les llama rayos alfa y rayos beta. La onda electromagnética constituye los rayos gamma.

La radiación natural producida por la ionización de los átomos de alto peso.

La radiactividad artificial es inducida por medio de bombardeos a los núcleos de los átomos de menores pesos específicos.

Radiaciones	Longitud de onda	Fuente
Ultravioleta	100-380 nm	Natural: el sol, trabajos a la intemperie. Artificial: procesos industriales en los que se utilizan germicidas, de

		fototerapia, solares UV-A, arcos de soldadura y corte, fotocopiadoras.
Visible	380-750 nm	Son de origen natural o artificial: tipo incandescente como lámparas y cuerpos incandescentes y arcos de soldadura, o bien, de descarga de gases, tubos de neón, fluorescentes, antorchas de plasma, etcétera.
Infrarroja	6 750-(10) nm	Cualquier superficie que esté a temperatura superior al receptor. Origen natural: el sol; origen artificial: cuerpos incandescentes y superficies muy calientes, las llamas, la lámparas incandescentes, fluorescentes o descargas de alta intensidad, etc.
Láser	6 200- (10) nm	Dispositivos contruidos para producir o amplificar radiación electromagnética en el intervalo señalado, esencialmente por el fenómeno de la emisión estimulada.
Microondas	6 9 (10) - (10) nm	Se produce de forma natural, principalmente por electricidad atmosférica es estática, no obstante que su intensidad sea muy baja.
Radiofrecuencias	1 - 3m	artificialmente las fuentes se clasifican: instalaciones deliberadas como: estaciones radioemisoras de radio y televisión, instalaciones de radar temas de radiocomunicaciones, y fuentes de radiación incidente al como los hornos de microondas y los equipos de MO y RF

	usados en procesos como soldadura, fusión, esterilización, etc.
--	---

Unidades de radioactividad:

Curie: es la cantidad de 3.7×10^{10} desintegraciones por segundo.

Rutherford. Es la cantidad de 10^6 desintegraciones por segundo.

Unidades de medición de las radiaciones:

Roentgen. Es la cantidad de radiación que produce una unidad electrostática de carga eléctrica en 1 cm³ de aire.

La energía que representa dicha carga es de 83.7 ergios. Esta cantidad de radiación produce como energía también 93 ergios por gramo en el agua, 40 en la grasa y 900 en el hueso.

A detalle, en la siguiente tabla se presenta la fuente, tipo de radiación, penetración y longitud de onda, de las relaciones consideradas ionizantes.

Radiación	Longitud de onda	Fuente	Penetración
Partículas Alfa	Pequeña longitud de onda	Emisión de onda electromagnética por un núcleo radiactivo	Muy escaso poder de penetración
Partículas Beta		Electrones que provienen del núcleo	Escaso poder de penetración
Rayos gamma	0.25-0.001 angstrom	Onda electromagnética por núcleo relativo	Alto poder de penetración
Rayos X	0.05 angstrom	De choque que de electrones acelerados sobre	Alto poder de penetración

		material de número atómico elevado	
--	--	------------------------------------	--

6.2.4.6. Efectos biológicos de las radiaciones.

- Produce daños por ionización de moléculas de agua y grasas en los cuerpos que penetran.
- Alteración de tejidos vivos.
- El daño no se presenta de inmediato.
- Afecta los tejidos vivos y reproductores principalmente, por lo que pueden traer deformaciones en los descendientes formados a partir de ellos.

Las vías de entrada pueden ser por ingestión, inhalación y absorción cutánea, de polvos, gases o vapores radiactivos y formar dentro del organismo una fuente de radiaciones.

6.2.4.7. Dosis máximas permisibles. Se determinan en Rems, establecidas en las NOM's.

6.2.4.8. Medición de las radiaciones. Esta medición puede realizarse en el ambiente o en las personas. El equipo utilizado dependerá del tipo de misión de que se trate, sin embargo, los aparatos utilizados más comunes son:

De área	Personales
Detectores de centelleo	Mayúscula inicial cámara de ionización de bolsillo
Contadores Geiger Müller	Dosímetros de película
Detectores con cristales	Dosímetros termoluminiscentes
Desintegración de átomos	-----

6.2.4.9. Iluminación:

La iluminación es un factor esencial que tiene como función la de facilitar la visualización de las cosas, de modo

que permita realizar el trabajo en condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad y consecuentemente evitar la fatiga ocular.

La luz es una forma visible de energía radiante. La energía visible es una porción sumamente pequeña del espectro electromagnético, comprendida entre 380 nm (nanómetros) a 750 nm (nanómetros) y el ojo sólo responde a la energía que está dentro del espectro. El color de la luz se determina por su longitud de onda.

Características y medidas. La luz es emitida por una fuente natural o artificial, con una intensidad definida, que produce o irradia un flujo luminoso en todas direcciones ocasionando una iluminación determinada en cada área, que dependerá de la distancia a la que se localice la fuente.

Intensidad luminosa: (I) Se define como el flujo emitido en un ángulo sólido en una dirección dada. Su unidad, la candela, equivale a la se centraba parte de la intensidad luminosa provocada en 1 cm² de un cuerpo negro a la temperatura de fusión del platino (2.040K). Es una propiedad característica de una fuente de luz.

Flujo luminoso (F). Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa y por tanto, es una de las propiedades intrínsecas de la fuente. Su unidad es el lumen y equivale al flujo luminoso emitido en un ángulo sólido unidad por una fuente luminosa intensidad unidad (candela).

Iluminancia (efecto útil de la luz). (E). Es el flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad es el “lux”, equivale al flujo luminoso de un volumen que incide homogéneamente sobre una superficie de 1 m².

Luminancia (L). Es el flujo reflejado por los cuerpos, o el flujo emitido si un objeto se considera fuente de luz. Unidades candela o lumen por unidad de superficie.

Rendimiento luminoso (h). Mide la cantidad de energía que se convierte en luz en relación con la energía total consumida.

Reflectancia (r). Se define como la relación de la iluminación que una superficie refleja, o sea, la luminancia, en relación con la que recibe.

Reflexión: Se produce cuando una superficie lisa y brillante devuelve la luz que incide sobre ella.

Refracción (r). Existe cuando cambia la dirección de los rayos luminosos al pasar de un medio a otro de diferente densidad.

Absorción: Al producirse la refracción de la luz, no de todo el flujo luminoso incide sobre los cuerpos se refleja; una parte de este flujo luminoso queda absorbido en mayor o menor proporción, dependiendo de los materiales componentes de cada cuerpo.

Transmisión: Al pasar los rayos luminosos a través de los cuerpos transparentes o traslúcidos, se dice que estos rayos han sido transmitidos.

Difusión: Debido a la rugosidad de la superficie que refleja o, en su caso, trasmite el flujo luminoso, éste se esparce en todas direcciones en el espacio.

Factores que afectan la calidad de la iluminación:

1. El deslumbramiento, ocasionado por el brillo de la fuente, el tamaño, la posición de la fuente, contraste de brillo y tiempo de exposición.
2. La producción de sombras, ya que éstas pueden ocasionar riesgos de trabajo, debido a los efectos visuales que produce.

3. El color de la fuente.

Sistemas de Iluminación. Son las diferentes formas de distribuir el flujo luminoso, por encima o por debajo de la horizontal, el cual está determinado por una curva de distribución luminosa.

SISTEMAS DE ILUMINACIÓN		
	Distribución del flujo luminoso en %	
Tipo	Hacia arriba	Hacia abajo
Indirecta	90-100	10-0
Semi-indirecta	60-90	40-10
General difusa	40-60	60-40
Semi-indirecta	14885	90-60
Directa	0-10	100-90

La **curva de distribución luminosa** es el resultado de tomar medidas de intensidad luminosa a diferentes ángulos alrededor de una fuente de luz o luminaria y de representarlos en forma gráfica, normalmente coordenadas polares.

La distancia de cualquier punto de la curva al centro nos indica la intensidad luminosa de la fuente en esa precisa dirección.

Métodos de iluminación. Se clasifican en función a la concentración de luz necesaria para efectuar una tarea determinada y su utilización depende del emplazamiento de los equipos y sus características de distribución.

- Alumbrado general.
- Alumbrado general localizado.
- Alumbrado individual.
- Alumbrado combinado.
- Alumbrado suplementario.

Cálculo de iluminación.

Método del Rendimiento. El cálculo del alumbrado requiere del conocimiento de las siguientes condiciones:

- Actividad a desarrollar.
- Características y dimensiones del área a iluminar.
- Nivel de iluminación (iluminación media).
- Método de iluminación.
- Fuente de luz.
- Sistema de iluminación.

El nivel de iluminación es obtenido en tablas elaboradas por “*Illuminating Engineering Society*”.

La fuente de luz elige de acuerdo a las características de color y de la cantidad de luz.

El Sistema de iluminación depende de la forma de distribución del flujo luminoso.

Con las variables anteriores se puede determinar el flujo luminoso total requerido y como consecuencia poder determinar el número de puntos de los requerido para una buena iluminación.

- F_t** = Flujo luminoso necesario.
- E_m** = Iluminancia media (lux).
- S** = Superficie a iluminar m^2 .

n = Rendimiento de la iluminación.

F_e = Factor de conservación de la instalación

$$F_t = \frac{E_m S}{n f_e}$$

El rendimiento de iluminación depende del rendimiento del local **n_R** (depende de las dimensiones de este y de los factores de protección del techo **p_t** pared **p₂** y techo **p₃** y de la forma de distribución de la luz por luminaria valores que podemos obtener de de una tabla y del rendimiento de la luminaria **n_t** determinado sus características de construcción que proporciona el fabricante.

$$n = n_R + n_t$$

La influencia de las dimensiones del local en el rendimiento del mismo, se da por un índice que las relaciona, llamado índice del local, según las fórmulas:

K = Para luminarias de radiación directa, semi directa, directa-indirecta.

K = Para luminarias de radiación indirecta y semi indirecta.

a y b = Dimensiones de la superficie rectangular del recinto.

h = Distancia entre el plano de trabajo, (0.85 m sobre el suelo y las luminarias)

h' = Distancias entre plano de trabajo, (0.85 m sobre el suelo y el techo).

Factor de conservación (f_c). Éste factor de conservación queda determinado por la pérdida de flujo luminoso de las lámparas por envejecimiento, polvo depositado, etc. y este valor oscila entre 0.50 – 0.80

Continuación del factor de riesgo **Iluminación**