

NIVELES DE RUIDO PROTOCOLO

Laboratorio de condiciones de trabajo



**EDICION 2007-1
FACULTAD INGENIERIA INDUSTRIAL
LABORATORIO DE PRODUCCION**

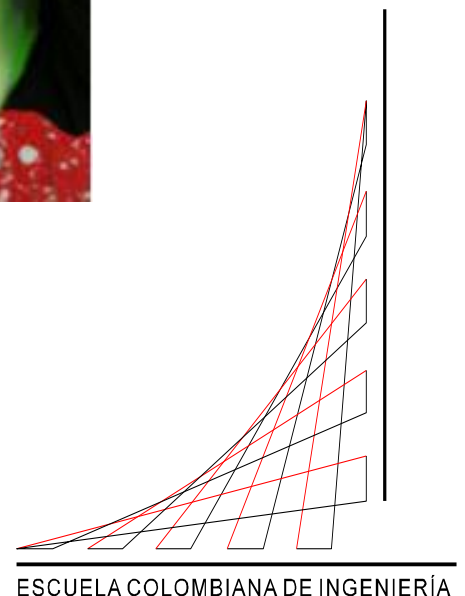


TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD	4
OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA.....	4
1. ASIGNACIÓN DE TIEMPOS.....	5
1.1 Explicación Teórica	5
1.2 Práctica.....	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Conceptos generales de ruido	6
2.2 Diferencia entre Ruido y Sonido	9
2.3 Tipos de Ruido	9
2.4 Características del Ruido	10
2.5 Contaminación acústica y salud humana	10
2.6 Valores en decibeles (dB) de los sonidos más comunes	11
2.7 Factores que influyen en la exposición al ruido	13
2.7.1 Intensidad	13
2.7.2 Tipo de Ruido.....	13
2.7.3 Tiempo de Exposición.....	14
2.7.4 Edad	14
2.7.5 Susceptibilidad Individual.....	14
2.7.6 Sexo.....	14
2.8 Efectos del ruido en la salud de las personas.....	14
2.8.1 Pérdida Temporal de Audición.....	14
2.8.2 Pérdida Permanente de Audición	14
2.8.3 Otros efectos.....	14
2.9 Criterios de valoración del ruido.....	15
2.9.1 Valores permisibles de ruido según la legislación colombiana ...	15
2.9.2 Valores permisibles de ruido según la legislación internacional .	16
3. CÁLCULO DE LA DOSIS DE RUIDO	17
4. CONTROL DEL RUIDO	18
4.1 En la fuente.....	18
4.2 En el medio	18
4.3 En la persona	18
5. NORMATIVIDAD RELACIONADA CON LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO.....	19
5.1 Obligaciones del Empresario	19
5.2 Obligaciones y/o Derechos de los Trabajadores.....	20
6. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	20
7. FUNCIONAMIENTO Y PUESTA A PUNTO DEL SONÓMETRO.....	21
8. PASOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA	23
9. GUÍA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS.....	24
10. BIBLIOGRAFÍA.....	26
11. CONTENIDO DE LA PRÁCTICA.....	27
12. FORMATOS	28

INTRODUCCIÓN

Es urgente informarse acerca de cómo la exposición a ruidos en los puestos de trabajo puede influir en la salud y la seguridad de los trabajadores, al igual que en la productividad de cualquier empresa. Por tal motivo, es muy importante para un Ingeniero Industrial, contar con herramientas y conocimientos para medir el ruido y de esta manera llevar a cabo acciones correctivas y/o preventivas para combatir este riesgo físico.

El ruido además de ser molesto, puede afectar la capacidad de trabajar al ocasionar tensión y perturbar la concentración, por esto puede originar accidentes al dificultar la comunicación y las señales de alarma.

El ruido es una de las enfermedades profesionales más comunes, puede provocar problemas de salud crónicos y hacer que se pierda el sentido del oído, a causa de la exposición continua en el lugar de trabajo.

La exposición breve a un ruido excesivo puede ocasionar pérdida temporal de la audición, que dure de unos pocos segundos a unos cuantos días. La exposición al ruido durante un largo período de tiempo puede provocar una pérdida permanente de audición. La pérdida de audición que se va produciendo a lo largo del tiempo no es siempre fácil de reconocer y, desafortunadamente, la mayoría de los trabajadores no se dan cuenta de que se están volviendo sordos hasta que su sentido del oído ha quedado dañado permanentemente.

Desde el punto de vista industrial, el ruido es uno de los principales factores que origina disminución de productividad de los empleados. Es por eso que se hace necesario, reconocer este factor que tiene gran repercusión económica en un negocio.

Con la realización de este laboratorio, se hará un análisis detallado de varios puestos de trabajo, para de esta manera proponer alternativas de mejoramiento de las condiciones de trabajo, siempre y cuando se presenten condiciones desfavorables.

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

- Conocer y manejar los conceptos básicos de ruido y ver como son aplicados en el desarrollo profesional.
- Aprender a manejar y entender el funcionamiento del SONÓMETRO para la toma de medidas instantáneas de niveles de ruido.
- Utilizar las mediciones realizadas para evaluar los niveles de ruido en cada una de las áreas analizadas.
- Conocer los efectos ocasionados por niveles de ruido inadecuados en la productividad de un trabajador.
- Conocer los niveles de ruido permitidos por organismos especializados.
- Proponer alternativas de mejora, en caso de que se presenten condiciones desfavorables en el recinto estudiado.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Para evitar lesiones y accidentes durante la práctica o daños en los instrumentos utilizados, es necesario que los estudiantes tengan en cuenta:

- Seguir las instrucciones impartidas por el monitor para la realización correcta de la práctica y tener conocimiento previo del contenido de esta.
- Mantener mangas y cabello recogidos, evitar el uso de manillas o cualquier elemento que implique riesgo dentro de la realización de la práctica.
- Utilizar los elementos de protección personal que sean requeridos en cada una de las áreas a evaluar.
- Al realizar las medidas, se debe tener especial cuidado al aproximar las manos y el dispositivo de medición a maquinarias en movimiento, posibles fuentes de energía, elementos a altas temperaturas o fuentes de riesgo para el analista y el equipo.
- Manejar el equipo de medición según el procedimiento indicado, para evitar averías en el mismo y generar buenas mediciones.
- Buscar interferir lo menos posible con el personal que se encuentre laborando en los puestos de trabajo que se están evaluando, para evitar generar fuentes de distracción o variaciones en las condiciones normales de trabajo.

1. ASIGNACIÓN DE TIEMPOS

1.1 Explicación Teórica

TEORIA	TIEMPO (min.)
-Generalidades del ruido y conceptos básicos.	5
-Niveles permisibles de ruido.	10
-Cálculo de dosis de exposición a ruido.	10
-Determinar y estudiar factores que influyen en los efectos de la exposición al ruido.	5
-Conocer las partes y el funcionamiento del sonómetro digital marca EXTECH modelo 407740.	5
Total	35

1.2 Práctica

PRÁCTICA	TIEMPO (min.)
-Conocer las medidas de seguridad para la práctica.	5
-Determinar los puestos de trabajo a evaluar.	5
-Realizar la puesta a punto del Sonómetro.	5
-Realizar las medidas de ruido y recopilar la información necesaria en cada uno de los puestos de trabajo analizados.	40
Total	55

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptos generales de ruido

El ruido se puede definir como un sonido no deseado. Las ondas sonoras se originan por la vibración de algún objeto, que a su vez establece una sucesión de ondas de compresión o expansión a través del medio que las soporta (aire, agua y otros).

La ecuación fundamental de propagación de ondas en la atmósfera es:

$$C = f\lambda$$

Donde:

C = Velocidad del sonido

f = frecuencia (Hz)

λ = longitud de onda

Por lo tanto:

La velocidad del sonido en el aire (a 20 °C) es de 340 m/s

En el agua es de 1.600 m/s

En la madera es de 3.900 m/s

En el acero es de 5.100 m/s

Al aumentar la longitud de onda la frecuencia disminuye. La intensidad del sonido se mide con un Sonómetro. La unidad de intensidad del sonido es el Decibel (dB). Al crecer la amplitud de las ondas sonoras aumenta la presión del sonido en la escala de decibeles

El sonido se puede definir en términos de las frecuencias que determinan su tono y calidad, junto con las amplitudes que determinan su intensidad.

- **Tono:** Los términos tono o altura se refieren a una cualidad de la sensación sonora que nos permite distinguir entre un sonido grave o bajo, de otro agudo o alto. El tono se eleva al aumentar la frecuencia.
- **Intensidad:** se define como la cantidad de energía (potencia sonora) que atraviesa por segundo una superficie que contiene un sonido. Está relacionado con la amplitud de la onda sonora y con la cantidad de energía transportada. Desde un punto de vista subjetivo nos dice si el sonido es "fuerte ó débil", esto se denomina Sonoridad.

Existen tres conceptos ligados con la parte energética medible de la onda sonora:

- **Potencia sonora:** Es la cantidad de energía acústica que emite un foco en la unidad de tiempo. Se mide en vatio (w). El nivel de potencia sonora se determina mediante.

$$PS = 10 \log \left(\frac{P_w}{P_{wo}} \right)$$

$$PS = 10 \log (P_w) + 120$$

Siendo

$P_w = \text{Potencia acústica (vatios)}$

$$P_{wo} = 10^{-12} \text{ vatios}$$

- **Presión sonora:** cantidad de energía acústica por unidad de superficie (N/m^2). El margen de presión acústica que es capaz de oír una persona joven y normal, oscila entre 20 N/m^2 y $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ (umbral auditivo). La formula de cálculo para determinar el *nivel de presión sonora* (NPS) es:

$$NPS(dB) = 10 \log \left(\frac{p}{P_o} \right)^2$$

$$NPS(dB) = 20 \log \left(\frac{p}{P_o} \right)$$

Siendo

$p = \text{Presión sonora} \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ o Pascal} \right)$

$$P_o = 2 \times 10^{-5} \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)$$

- **Intensidad sonora:** Cantidad de energía acústica que pasa a través de la unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación por unidad de tiempo. Se expresa en (W/m^2).

$$NIS(dB) = 10 \log \left(\frac{I}{I_o} \right)$$

Siendo

$I = \text{Intensidad Acústica}$

$$I_o = 10^{-12} \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right)$$

Se usan escalas logarítmicas debido a que la respuesta del oído no es lineal, es decir la respuesta no es proporcional al valor absoluto del estímulo, sino que lo es a la relación entre el estímulo y un valor umbral.

Las frecuencias audibles para el oído humano van de 20 a 20000 ciclos por segundo que se conocen como Hertz y se abrevia Hz. De 0 a 20 Hz son infrasonidos y de 20000 Hz en adelante son ultrasonidos.

El Sonido es percibido por una persona cuando el elemento sonoro incide en el oído, desencadenando el proceso de percepción:

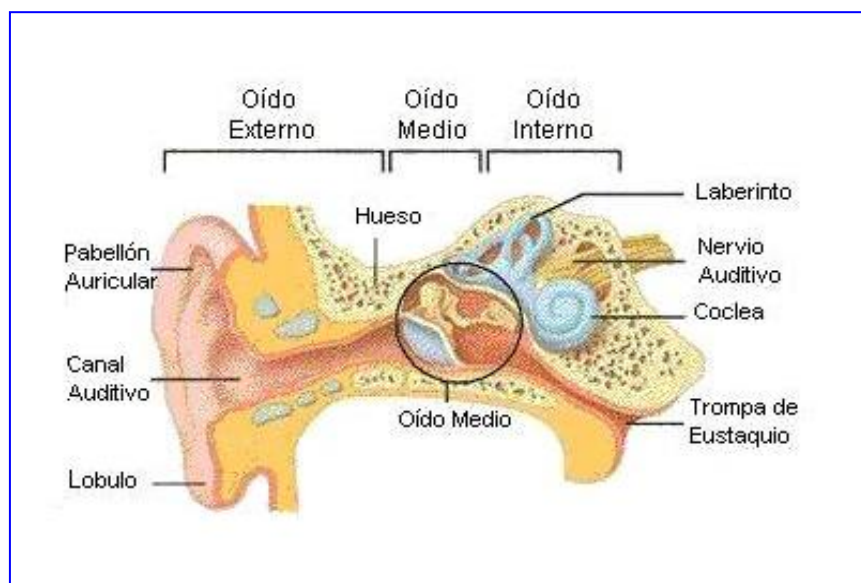
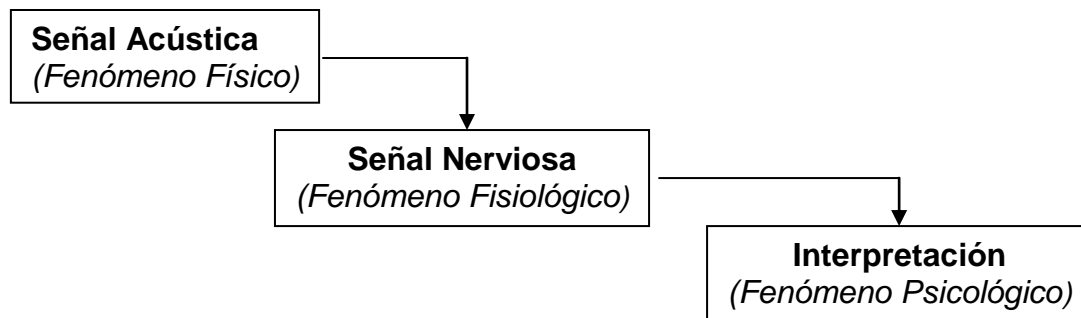


Figura 1. Partes del oído.

- El oído externo** es una “trompeta Acústica”, en la que el pabellón de la oreja forma un conducto que recoge las ondas sonoras. Debido a que el conducto es ligeramente curvo, impide que objetos grandes penetren fácilmente, en cambio los objetos pequeños y las partículas de polvo son captadas por la cera del oído.
- El oído medio**, que comienza en la membrana del tímpano, es el encargado de recoger las variaciones de presión que se transmiten por una serie de huesecillos (martillo, yunque y estribo) que actúan como una sucesión de palancas, constituyendo un amplificador.
- El oído interno**, con apariencia de caracol, donde se encuentra el líquido linfático que es el que transmite finalmente las variaciones de presión al órgano de Corti, donde se produce la integración e interpretación de dichas señales. Actúa de traductor, transformando la señal física (mecánica) en señal fisiológica (nerviosa).

Este proceso auditivo se muestra en el siguiente diagrama:



2.2 Diferencia entre Ruido y Sonido

El *Sonido* es la vibración mecánica de las moléculas de un gas, de un líquido, o de un sólido (aire, agua, paredes, etc.) que se propaga en forma de ondas, y que es percibido por el oído humano; mientras que el *Ruido* es todo sonido no deseado, que produce daños fisiológicos y/o psicológicos.

2.3 Tipos de Ruido

A continuación se presentan los diferentes tipos de ruidos, con sus principales características:

- **Ruido Continuo:** Se presenta cuando el nivel de presión sonora es prácticamente constante durante el periodo de observación (a lo largo de la jornada de trabajo). Por ejemplo: el ruido de un motor eléctrico. La amplitud de la señal, aunque no sea constante siempre mantiene unos valores que no llegan nunca a ser cero o muy cercanos al cero. Por decirlo de alguna forma, la señal no tiene un valor constante, pero si lo es su valor medio.
- **Ruido Intermitente:** En él que se producen caídas bruscas hasta el nivel ambiental de forma intermitente, volviéndose a alcanzar el nivel superior. El nivel superior debe mantenerse durante más de un segundo antes de producirse una nueva caída. Por ejemplo: el accionar un taladro.
- **Ruido de Impacto:** Se caracteriza por una elevación brusca de ruido en un tiempo inferior a 35 milisegundos y una duración total de menos de 500 milisegundos. Por ejemplo, arranque de compresores, impacto de carros, cierre o apertura de puertas

2.4 Características del Ruido

El ruido presenta grandes diferencias, con respecto a otros contaminantes, las cuales se presentan a continuación:

- Es el contaminante más barato.
- Es fácil de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en el hombre.
- No se traslada a través de los sistemas naturales.
- Se percibe solo por un sentido: el Oído, lo cual hace subestimar su efecto; (esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor, tacto y sabor).
- Se trata de una contaminación localizada, por lo tanto afecta a un entorno limitado a la proximidad de la fuente sonora.
- Los efectos perjudiciales, en general, no aparecen hasta pasado un tiempo largo, es decir, sus efectos no son inmediatos.
- A diferencia de otros contaminantes es frecuente considerar el ruido como un mal inevitable y como el resultado del desarrollo y del progreso.

2.5 Contaminación acústica y salud humana

Las vibraciones y el ruido pueden generar efectos crónicos sobre los vasos sanguíneos y capilares y dependerán del tipo de exposición medioambiental, aunque generalmente guardan más relación con ciertos ambientes laborales. Es necesaria pues su valoración, para instaurar medidas preventivas que protejan la salud de las personas.

La contaminación acústica producida por la actividad humana ha aumentado de forma espectacular en los últimos años. Según estudios realizados por organismos competentes y certificados, 130.000.000 de habitantes de sus países miembros, se encuentran con nivel sonoro superior a 65 decibelios (dB), límite aceptado por la O.M.S. y otros 300.000.000 residen en zonas de incomodidad acústica entre 55-65 dB.

Dependiendo generalmente de la estructura socioeconómica y geográfica de un asentamiento humano, en términos generales el **80%** del nivel medio de ruido, es debido a vehículos a motor, el **10%** a las industrias, el **6%** a ferrocarriles y el **4%** a bares, locales públicos, discotecas y talleres industriales, aunque el actual cambio de vida social de la juventud, lleva altos niveles de ruido en ciertas horas de días no laborales y en determinadas áreas geográficas de las ciudades, que están ocasionando la revisión de leyes permisivas o no aplicadas, como expresión de un problema medioambiental que incide sobre la salud y que generan las propias poblaciones.

2.6 Valores en decibeles (dB) de los sonidos más comunes

Decibel (dB): Décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión:

$$\text{Log } R = 1\text{dB}/10$$

Donde R = razón de energía, potencia o intensidad

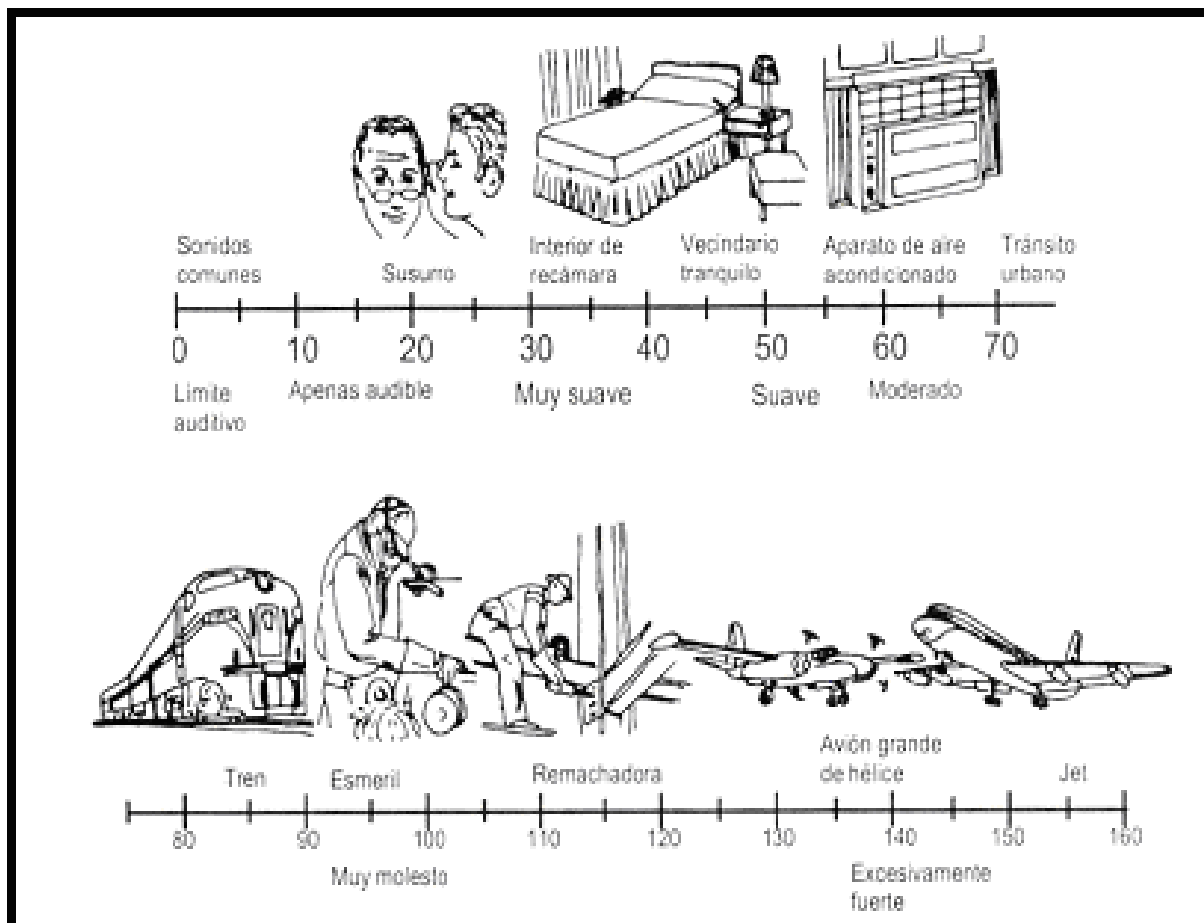
Sin embargo para cualquier sonido se debe indicar el filtro de ponderación frecuencial empleado:

- **Curva A (dB_A).** Mide la respuesta del oído, ante un sonido de intensidad baja. Es la más semejante a la percepción logarítmica del oído humano. Se utiliza para establecer el nivel de contaminación acústica y el riesgo que sufre el hombre al ser expuesto a la misma.
- **Curva B (dB_B).** Su función es medir la respuesta del oído ante intensidades medias.
- **Curva C (dB_C).** Mide la respuesta del oído ante sonidos de gran intensidad. Es tanto, o más empleada que la curva "A" a la hora de medir los niveles de contaminación acústica. También se utiliza para medir los sonidos más graves.
- **Curva D (dB_D).** Se utiliza para estudiar el nivel de ruido generado por los aviones.
- **Curva U (dB_U).** Es utilizada para medir ultrasonidos, no audibles por los seres humanos.

Además de la ponderación en el tiempo (velocidad con que son tomadas las muestras):

- **Lento (slow, S):** Valor (promedio) eficaz de aproximadamente un segundo.
- **Rápido (fast, F):** Valor (promedio) eficaz por 125 milisegundos. Son más efectivos ante las fluctuaciones.
- **Por Impulso (impulse, I):** Valor (promedio) eficaz 35 milisegundos. Mide la respuesta del oído humano ante sonidos de corta duración.

En la siguiente figura, se muestran los valores en dB, producidos por los sonidos más comunes. (Ver Figura No. 2)



Fuente: Niebel, Benjamín W. Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos. Novena Edición. Alfaomega. Pág. 266.

Figura 2. Valores en Decibelios de los Sonidos más Comunes.

Sin embargo, el oído humano es sensible a los sonidos cuyos niveles de presión acústica están comprendidos entre los 0 decibelios mínimo audible, y los 120 decibelios, umbrales de dolor.

Otro factor importante para valorar el riesgo por exposición al ruido es la intensidad que está relacionada con el valor en decibels. Un ruido que produzca dolor es 100 billones de veces mayor que el sonido más débil que se pueda oír. Ver Tabla No. 1.

Variación de Intensidad (KPa)	Ejemplo de Ruido	DB
1	Umbral de audición	0
10	Muy silencioso	10
100	Susurro	20
1.000	Ruido muy suave	30
10.000	Interior de una recamara en silencio	40
100.000	Conversación en voz baja	50
1.000.000	Aparato de aire acondicionado	60
10.000.000	Oficina. Tienda.	70
100.000.000	Lavadora. Calle con tráfico intenso.	80
1.000.000.000	Esmeril.	90
10.000.000.000.	Martillo neumático. Industria textil.	100
100.000.000.000	Remachadora. Concierto de rock.	110
1.000.000.000.000	Juegos Artificiales.	120
10.000.000.000.000	Avión Reactor despegado.	130

Tabla 1. Intensidad sonora

2.7 Factores que influyen en la exposición al ruido

El riesgo fundamental que genera la exposición prolongada a altos niveles de presión sonora es la disminución del umbral de la audición.

Existen cinco factores de primer orden que determinan el riesgo de pérdida auditiva:

- Intensidad.
- Tipo de ruido.
- Tiempo de exposición al ruido.
- Edad.
- Susceptibilidad Individual.

A continuación se explicaran de manera breve cada uno de estos factores:

2.7.1 Intensidad

Su importancia es primordial. Aunque no pueda establecerse una relación exacta entre el nivel de presión sonora y daño auditivo, si es evidente que cuanto mayor es el nivel de presión sonora, mayor es el daño auditivo.

2.7.2 Tipo de Ruido

Influye en cuanto a su carácter de estable, intermitente, fluctuante o de impacto. Es generalmente aceptado que el ruido continuo se tolera mejor que el discontinuo.

Se considera habitualmente que un ruido que se distribuya en gran parte en frecuencias superiores a 500 Hz presenta una mayor nocividad que otros cuyas frecuencias dominantes son las bajas.

2.7.3 Tiempo de Exposición

Se consideran desde dos aspectos: por una parte, el correspondiente a las horas/día u horas/semana de exposición - que es lo que normalmente es entendido por tiempo de exposición - y por otra parte, la edad laboral o tiempo en años que el trabajador lleva actuando en un puesto de trabajo con un nivel de ruido determinado.

2.7.4 Edad

Hay que tener en cuenta que el nivel de audición se va deteriorando con la edad, independiente de estar expuesto o no al factor de riesgo.

2.7.5 Susceptibilidad Individual

Es la característica que posee cada persona de reaccionar ante la exposición al factor de riesgo por sus condiciones y antecedentes personales.

2.7.6 Sexo

Se considera que las mujeres son menos susceptibles al ruido.

2.8 Efectos del ruido en la salud de las personas

Los efectos en la salud de la exposición al ruido dependen del nivel del ruido y de la duración de la exposición. A continuación se presentan los principales efectos ocasionados por el ruido:

2.8.1 Pérdida Temporal de Audición

Al cabo de breve tiempo en un lugar de trabajo ruidoso a veces se nota que no se puede oír muy bien y que le zumban los oídos. Se denomina *Desplazamiento Temporal del Umbral* a esta afección. El zumbido y la sensación de sordera desaparecen normalmente al cabo de poco tiempo de estar alejado del ruido.

2.8.2 Pérdida Permanente de Audición

Con el paso del tiempo, después de haber estado expuesto a un ruido excesivo durante demasiado tiempo, el oído no se recuperan y la pérdida de audición pasa a ser permanente. La pérdida permanente de audición no tiene cura. Este tipo de lesión del sentido del oído puede deberse a una exposición prolongada a ruido elevado o, en algunos casos, a exposiciones breves a ruidos elevadísimos.

2.8.3 Otros efectos

Además de la pérdida de audición, la exposición al ruido en el lugar de trabajo puede provocar otros problemas, entre ellos problemas de salud crónicos:

- El ruido aumenta la tensión, lo cual puede dar lugar a distintos problemas de salud, entre ellos trastornos cardíacos, estomacales y nerviosos. Se sospecha que el ruido es una de las causas de las enfermedades cardíacas y las úlceras de estómago.
- Las personas expuestas al ruido pueden quejarse de nerviosismo, estrés, insomnio y fatiga (se sienten cansados todo el tiempo).

- Una exposición excesiva al ruido puede disminuir además la productividad y ocasionar porcentajes elevados de absentismo.
- La persona se vuelve irritable (mal genio).
- Erosión de las arterias coronarias.
- Baja del libido (disminución del deseo sexual).

2.9 Criterios de valoración del ruido

A continuación se presentarán los valores y los tiempos permitidos para exposiciones a ruidos continuos, según regulaciones de Colombia, Estados Unidos y la **ACGIH** (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), para de esta manera contar con herramientas de evaluación.

2.9.1 Valores permisibles de ruido según la legislación colombiana

Los valores límites permitidos para el Ruido dependerán del tiempo de exposición para ruido continuo y del número de impulsos, para ruidos de impacto.

Este valor ha sido especificado por el gobierno colombiano, a través de las resoluciones 8321 de 1983 expedida por el Ministerio de Salud y la 1792 de 1990 expedida por los Ministerios de Salud y de Trabajo y Seguridad Social. Estos valores se presentan en las Tablas No. 2 y 3.

- Valores límites permisibles para ruido Continuo:

EXPOSICIÓN DIARIA (hrs.)	NPS PERMITIDO EN dB(A)
8	90
7- 6	92
5-4	95
3	97
2	100
1	102
1/2	105
1/4	110
1/8	115

TABLA 2. Valores TLV para ruido de Continuo.

No se permite ningún tiempo de exposición a ruido continuo o intermitente por encima de 115 dB(A) de Presión sonora.

- Valores límites permisibles para ruido de Impacto:

NIVEL SONORO dB	No. IMPULSOS O IMPACTOS PERMITIDOS POR DÍA
140	100
130	1.000
120	10.000

TABLA 3. Valores TLV para ruido de Impacto.

Para exposiciones a ruido de impulso o de impacto, el nivel de presión sonora máximo estará en ningún caso deberá exceder de 140 decibeles.

La expresión que determina el tiempo máximo de exposición (T) horas/día, a un nivel de ruido (NPS), medido en dB(A), es:

$$T = \frac{16}{2^{(NPS-80)/5}}$$

Para 16 horas d'expo
NPS = Nivel de presión Sonora
 $T = \text{Tiempo} \left(\frac{h}{d} \right)$

2.9.2 Valores permisibles de ruido según la legislación internacional

Como parámetro de comparación con la Legislación Colombiana, y teniendo en cuenta el Organismo Internacional que en materia de Higiene Industrial ha desarrollado los criterios de evaluación con la mayor aceptación a nivel mundial, se presenta a continuación el criterio de la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (**ACGIH**), establecido a través de los Threshold Limit Values (Valores de Umbral Límites, (TLV)) 1996 para agentes físicos, cuyos valores máximos de exposición son:

- Valores límites permisibles para ruido Continuo según ACGIH 1996.

EXPOSICIÓN DIARIA (hrs.)	NPS PERMITIDO EN dB(A)
24	80
16	82
8	85
4	88
2	91
1	94
1/2	97
1/4	100

TABLA 4. Valores TLV para ruido de Continuo.

Nota: Esta legislación no permite ninguna exposición a ruido continuo o intermitente que sobrepase los 140 dB(A).

La expresión que determina el tiempo máximo de exposición (T) horas/día, a un nivel de ruido (NPS), medido en dB(A), es:

$$T = \frac{16}{2^{(NPS-82)/3}}$$

3. CÁLCULO DE LA DOSIS DE RUIDO

La dosis de ruido es la relación entre el tiempo real de exposición y el tiempo permitido para una jornada laboral.

Cuando la exposición diaria al ruido se compone de dos o más períodos de exposición a distintos niveles, se debe tomar en consideración el efecto global, en lugar del efecto individual de cada período.

Para calcular una dosis **D** promedio para toda la jornada laboral, se utiliza la siguiente ecuación:

$$D = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C3}{T3} + + \frac{Cn}{Tn}$$

Donde:

D: Es dosis promedio.

C: Es el tiempo real de exposición para cada nivel de presión sonora (NPS_i).

T: Es el tiempo máximo de exposición permitido a cada nivel de presión sonora (NPS_i).

Las exposiciones inferiores a 90 dB(A) no se tendrán en cuenta en los cálculos anteriormente citados.

La interpretación del resultado es la siguiente:

- **Dosis > 1:** El trabajador se encuentra sobre-expuesto a ruido. El empresario deberá tomar inmediatamente medidas para reducir la exposición por debajo de los valores límite de exposición, determinar las razones de la sobre exposición, corregir las medidas de prevención y protección, a fin de evitar que vuelva a producirse una reincidencia.
- **Dosis = 1:** El trabajador se encuentra en el umbral.
- **Dosis < 1:** El trabajador no se encuentra sobre-expuesto a ruido, siendo necesario aplicar un seguimiento permanente y los correctivos correspondientes, cuando la dosis esté por encima de aquella que indica el nivel de acción (0.5).

Recuerde sus derechos y obligaciones como empresario y como trabajador.

4. CONTROL DEL RUIDO

Dependiendo de la procedencia del ruido, se procederá a realizar el control respectivo, actuando:

4.1 En la fuente

- Diseño de Equipos y Maquinaria (mantenimiento, carcasas, anclaje, motores).
- Diseño de las Instalaciones.
- Selección de Materiales.
- Diseño de los Procesos, entre otros.

Ejemplos: reducir el impacto lo más posible, evitar las fricciones, utilizar aisladores y amortiguadores, utilizar lubricación adecuada.

4.2 En el medio

- Aislar el equipo (encerrar todo o una parte al equipo fuente de ruido con algún material aislante). Existen diferentes formas entre ellos:
 - a) Aislamiento antivibrátil
 - b) Revestimiento absorbentes del sonido
 - c) Apantallado
 - d) Blindajes
 - e) Cabinas

4.3 En la persona

- Capacitación y Entrenamiento
 - Motivación
 - Hábitos
 - Revisión médica
 - Rotación
 - Jornadas de trabajo
 - Elementos de protección personal. Como los tapones para oídos.
- TRR: Tasa de reducción de ruido. Mide la efectividad de los tapones.



Figura 3. Tapones auditivos de espuma.

TRR: 31 dB.
Uso continuado, áreas con alta humedad o temperatura.

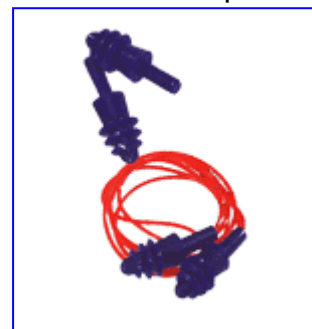


Figura 4. Tapones auditivos.

TRR: 30 dB
Uso intermitente.



Figura 5. Combinación casco y tapa oídos.

TRR = 23 dB.

Diseñados para ofrecer protección en zonas con niveles altos de ruidos, especialmente de baja frecuencia.



Figura 6. Protector Tipo tapa oídos

TRR= 21 dB

Utilización en ambientes con ruido superior a los 85 dB.

5. NORMATIVIDAD RELACIONADA CON LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO

A continuación se presentan los deberes del empresario y las obligaciones y derechos de los trabajadores relacionados con los riesgos de ruido:

5.1 Obligaciones del Empresario

- Proteger a los trabajadores contra los riesgos de ruidos.
- Reducir al nivel mas bajo, técnica y razonablemente posible, el ruido en todos los centros de trabajo.
- Evaluar la exposición de los trabajadores al ruido.
- Formar e informar a los trabajadores y a sus representantes sobre las medidas de prevención del ruido.
- Realizar control medico auditivo (Audiometría).
- Proporcionar equipos de protección individual.
- Requerir del suministrador de equipos de trabajo sobre el ruido que producen.
- Acondicionar acústicamente los centros de trabajo.
- Analizar y desarrollar un programa de medidas técnicas y organizativas en los puestos de trabajo, en los que el nivel diario equivalente sea superior a 90 dB (A) o el nivel pico supere a los 140 dB y señalar dichos lugares.
- Mantener archivados los datos de las evaluaciones y controles médicos realizados.

5.2 Obligaciones y/o Derechos de los Trabajadores

- Conservar la vida y la salud.
- Ser formados en la prevención de los riesgos a los que estén expuestos.
- Participar en los programas de prevención y evaluación de riesgos.
- Estar presentes en las mediciones acústicas.
- Ser informados de los resultados y de las medidas que deben adoptarse.
- Solicitar protección auditiva a partir de 80 dB (A).
- Usar obligatoriamente elementos de protección personal (EPPs) a partir de 90 dB (A).
- Seguir métodos correctos de trabajos para no desvirtuar las mediciones.

6. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Dosímetro:

Sirve para conocer el espectro de frecuencias. Se logra por el análisis del fenómeno sonoro, con ayuda de filtros eléctricos y electrónicos que solo dejen pasar las frecuencias comprendidas en una zona estrechamente delimitada. Este instrumento integra de forma automática los dos parámetros considerados: nivel de presión sonora y tiempo de exposición. Se obtienen directamente lecturas de riesgo en porcentajes de la dosis máxima permitida legalmente para 8 horas diarias de exposición al riesgo.

Sonómetro: Sirve para conocer el nivel de presión sonora (de los que depende la amplitud, la intensidad acústica y su percepción, sonoridad). La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio.

Existe una clasificación internacional para los sonómetros en función de su grado de precisión (norma CEI 60651), donde se establecen 4 tipos en función de su grado de precisión. De más a menos:

- **Sonómetro de clase 0:** Se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia.
- **Sonómetro de clase 1:** Permite el trabajo de campo con precisión.
- **Sonómetro de clase 2:** Permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo.
- **Sonómetro de clase 3:** Es el menos preciso y sólo permite realizar mediciones aproximadas, por lo que sólo se utiliza para realizar reconocimientos.

*Este instrumento es el que se utilizará para la toma de datos en la práctica.

7. FUNCIONAMIENTO Y PUESTA A PUNTO DEL SONÓMETRO

Los sonómetros que se utilizarán para realizar esta práctica son sonómetros digitales marca EXTECH modelo 407740. Sus principales características son:

- **Rango de señal:**
 1. **Medida A:** 30 a 130 dB (500 a 10 KHZ). **(Personas)**
 2. **Medida C:** 30 a 130 dB (30 a 10 KHZ). **(Máquinas)**
- **Frecuencia:** 31.5 a 8.000 HZ.
- **Micrófono:** Eléctrico condensado de 12.7mm (0.5 pulgadas).
- **Rango de Selección:** De 30 a 80 DB, de 50 a 100 DB y de 80 a 130 DB.
- **Temperatura de Operación:** entre 0°C y 50°C (32 °F a 122 °F)
- **Humedad Permitida para la Óptima Operación:** Máx. 90% RH.

A continuación se presentarán las partes del Sonómetro. (Ver Figura No. 7)

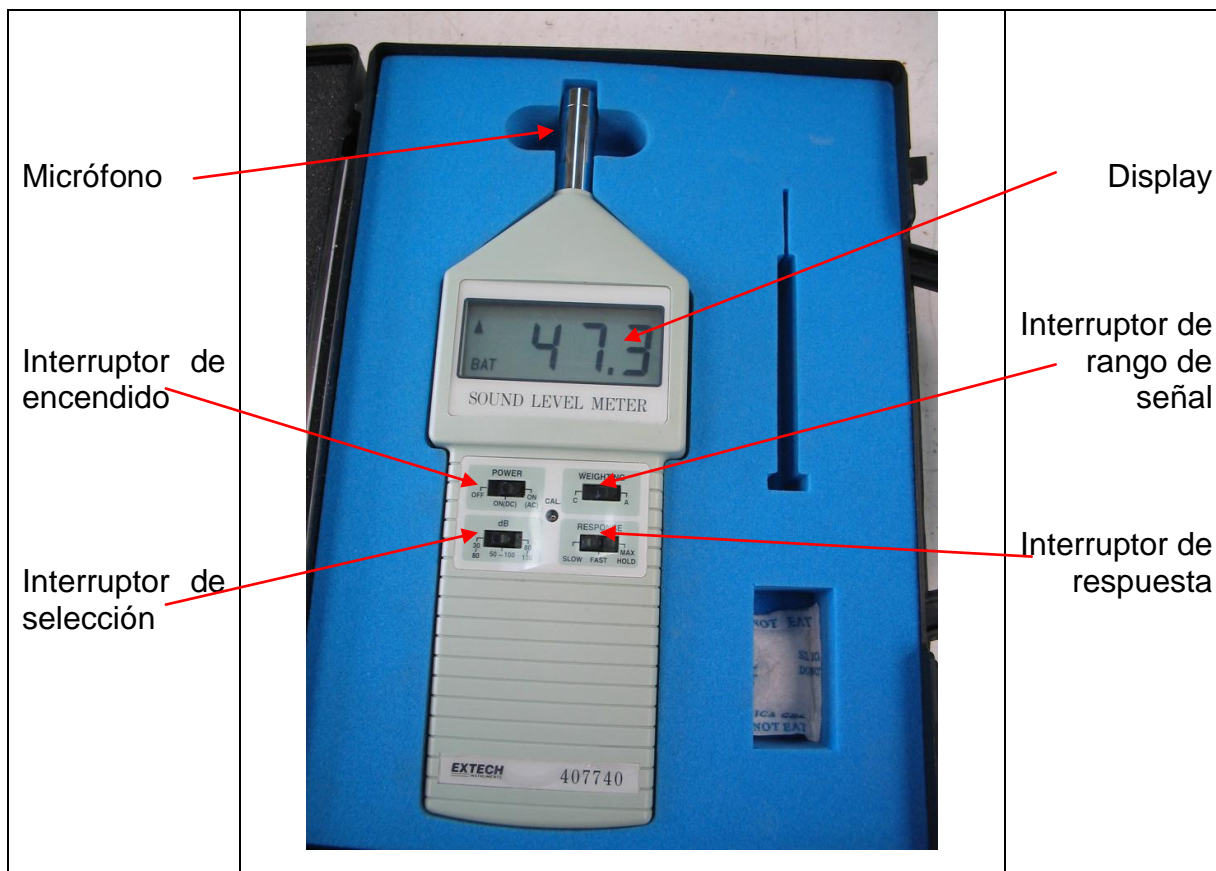


Figura 7. Partes del Sonómetro EXTECH, modelo 407740.

Para realizar la puesta a punto del Sonómetro se deben seguir los siguientes pasos:

- **Encendido del medidor y configuración de la salida análoga**

Accionar el interruptor de encendido (on Dc). El modo (CA) ó (CD) determina el tipo de señal presente en el enchufe de salida análoga.

- **Selección de ponderación 'A' ó 'C'**

Use el selector de ponderación para seleccionar ponderación de frecuencia 'A' ó 'C'. Use ponderación 'A' para que el medidor simule la respuesta del oído humano.

Seleccione ponderación 'C' para una medida de respuesta plana (la lectura no aumenta o disminuye la medida a través del espectro de frecuencia).

En este caso se utilizara una escala de ponderación "A".

- **Selección de respuesta RÁPIDA o LENTA**

Use el selector RESPONSE para seleccionar Rápido o Lento, esta se determina de acuerdo a la aplicación.

Por ejemplo, la mayoría de las pruebas relacionadas con conservación del oído se lleva a cabo en configuración LENTO (con ponderación 'A'). Sin embargo, para capturar picos rápidos de sonido, use la configuración RÁPIDO.

Recuerde colocar este interruptor dependiendo de la velocidad con que se quieran realizar las medidas.

- **Selección de la escala de medición**

Seleccione la escala de medición usando el selector 'dB'.

- **Función de retención de máximos**

Seleccione MAX HOLD mediante el selector de RESPONSE para capturar el nivel máximo de dB. La pantalla sólo indicará las lecturas más altas en este modo. Para restablecer la indicación de retención máxima, presione el botón negro RESET del medidor contiguo al enchufe de salida análoga.

- **Medidas básicas**

Apunte el micrófono hacia la fuente de sonido que va a medir. El medidor indicará ahora el nivel de sonido en dB.

8. PASOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

A continuación se explicará de manera detallada los pasos que se tienen que realizar para llevar a cabo con éxito esta práctica:

1. Conocer las medidas de seguridad que esta práctica exige.
2. Determinar los puestos de trabajo a evaluar y los horarios de trabajo en la que esta función se desarrolla, los lugares recomendados son:
 - Pulidora Manual.
 - Esmeril.
 - Torno.
 - Fresadora.
 - Compresor de Aire.
 - Chiller.
 - Servidor para Computadores.
3. Realizar la puesta a punto del Sonómetro.
4. Observar minuciosamente las condiciones del puesto de trabajo que se va a estudiar y tomar nota atenta de estas.
5. Ubicar el Sonómetro dentro del área de trabajo, o lo más cerca posible durante 2 minutos y tomar la mayor cantidad de lecturas arrojadas por el aparato de medición.
6. Determinar el tiempo promedio de exposición del trabajador a dicho nivel de ruido.
7. Llenar el formato de recolección de datos.
8. Repetir los pasos 3 a 6 para los puestos de trabajo restantes.
9. Realizar los cálculos correspondientes.
10. Realizar el análisis de la información recolectada en el estudio y proponer las debidas recomendaciones para el mejoramiento de las condiciones de trabajo evaluadas.

9. GUÍA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

A continuación se presentara una breve explicación del procedimiento que debe seguir el estudiante para la realización del laboratorio.

Una vez realizadas las medidas se llegaran a tablas de resultados como esta:

Lectura.	Nivel de Ruido Encontrado (dB A)
1	50
2	53
3	49
4	52
5	53
6	50
7	51
8	55
9	54
10	51
11	48
12	51
13	56
14	52
15	49
16	49
17	50
18	51
19	53
20	52

Se deberán calcular la media y la desviación estándar para evaluar que tan buenos son los datos obtenidos.

Recordando:

- **Media**

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \text{Media}$$

$$x = \text{Valor del Dato}$$

$$i = \text{Número de datos recolectados en la prueba}$$

$$n = \text{Total de datos recolectados}$$

- **Desviación estándar:**

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$\delta = \text{Desviación estándar}$

Si la desviación estándar es menor al 5% de la media los datos, se puede utilizar el valor de la media como medida encontrada en el lugar de trabajo.

Si la relación porcentual entre la media y la desviación no se cumple se deberá evaluar posibles fuentes de error como datos atípicos y eliminarlos. Si el problema persiste, los datos pueden estar mal tomados o puede darse la posibilidad, que en una misma área de trabajo las condiciones de ruido varían de manera drástica; situación en la cual sería necesario subdividir el área y realizar un análisis separado.

Para el ejemplo se tiene que:

Media = 51,45 dB

Desviación estándar = 2,11448638 dB

5% de la media = 2,5725 dB

La condición se cumple por lo que la media se puede emplear como valor representativo del estudio.

Con este valor calculado se deberá realizar el siguiente análisis:

1. Determinar el tiempo máximo permitido en esas condiciones de ruido.
2. Comparar con el tiempo de exposición actual en el área de trabajo.
3. Si los niveles de ruido son excesivos proponer recomendaciones con base a los conceptos aprendidos en la monitoria o en la investigación sugerida.
4. Realizar el mismo análisis para los diferentes puestos de trabajo evaluados.
5. Determinar la dosis total a la que esta expuesto un operario en el laboratorio, durante una jornada de trabajo.
6. Si los niveles de ruido son excesivos proponer recomendaciones con base a los conceptos aprendidos en clase, en la monitoria o la investigación sugerida.

10. BIBLIOGRAFÍA

- MONDELO, Pedro. GREGORI TORADA, Enrique. BOMBARDO BARRAU, Enrique. Ergonomía 1. Fundamentos. Alfaomega – UPC. México. 2000.
- CHINER DASI, Mercedes – DIEGO MAS, J. Antonio – MARZAL ALCAIDE, Jorge. Laboratorio de Ergonomía. Editorial Alfaomega – Universidad Politécnica de Valencia. México. 2004.
- MONDELO, Pedro. GREGORI TORADA, Enrique. GONZALES DE PEDRO, Oscar. FERNANDEZ GOMEZ, Miguel. Ergonomía 4. El Trabajo en Oficinas. Alfaomega – UPC. México. 2002.
- CORTÉS DIAZ, José Maria. Seguridad e Higiene del trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos de Trabajo. Tercera Edición. Alfaomega. México. 2002.
- NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos. Novena Edición. Alfaomega. México. 1996.

11. CONTENIDO DE LA PRÁCTICA.

- 1. Introducción.**
- 2. Objetivos. (Generales y Específicos).**
- 3. Marco Teórico.**
 - Conceptos básicos de ruido.
 - Tipos de ruido.
 - Límites permisibles de exposición al ruido.
 - Cálculo de dosis de exposición a ruido.
 - Factores que influyen en la exposición al ruido. (Locativos y del trabajador).
 - Medidas de control en personas, medio y fuente.
- 4. Descripción del Procedimiento para la toma de medidas.**
- 5. Estudio de Campo.**
 - Anexar la tabla de recolección de datos.
 - Análisis de datos obtenidos (Ver guía para análisis de datos)
- 7. Comparaciones entre las distintas normativas referentes a la exposición al ruido.**
- 8. Conclusiones de la práctica.**
- 9. Recomendaciones.**
- 10. Bibliografía.**

12. FORMATOS

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA
MONITORIA DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
MEDICIONES DE RUIDO

Integrantes:

Fecha: _____

Monitor: _____

Lectura	Puesto de Trabajo	Puesto de Trabajo	Puesto de Trabajo	Puesto de Trabajo	Puesto de Trabajo	Puesto de Trabajo	Puesto de Trabajo
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
Tiempo de exposición diaria (HR)							
Tipo de Ruido							
Observaciones							

