



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
\*ZARAGOZA\***

**ESTUDIO Y DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES  
DE RUIDO EN EL ÁREA DE CORTE DE UNA  
EMPRESA DE LA INDUSTRIA FERRETERA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERA QUÍMICA**

**P R E S E N T A:**

**ALEJANDRA MARÍN JIMÉNEZ**



**MÉXICO, D.F.**

**2010**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**  
**\*ZARAGOZA\***  
**JEFATURA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA**  
**QUÍMICA**

**OFICIO: FESZ/JCIQ/008/10**  
**ASUNTO: Asignación de Jurado**

**ALUMNO: MARÍN JIMÉNEZ ALEJANDRA**  
**P R E S E N T E**

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

<b>PRESIDENTE</b>	<b>I. Q. Gonzalo Rafael Coello García</b>
<b>VOCAL</b>	<b>I. Q. Everardo Antonio Feria Hernández</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Dr. Néstor Noé López Castillo</b>
<b>SUPLENTE</b>	<b>M. en I. Cresenciano Echavarrieta Albiter</b>
<b>SUPLENTE</b>	<b>M. en I. María Estela de la Torre Gómez Tagle</b>

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”**  
**México D. F., a 30 de Abril de 2010**

**JEFA DE LA CARRERA**

**I. Q. ZULA GENNY SANDOVAL VILLANUEVA**

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres por ser las personas que creen más en mí, por ser ese apoyo inquebrantable e incondicional en todo momento, por enseñarme a ser una mejor persona a esforzarme a creer que trabajando se logra todo, por estar ahí cuando lo he necesitado, haciendo hasta lo imposible. Por todo gracias.

A mi hermano: Miguel Ángel, por siempre alentarme y los consejos que me ha dado.

A mi querido hijo: Alejandro, por todo el amor, la paciencia y la confianza, por ser mi motor.

A mis amigos: Abraham, Lorena, Anabel, Alfredo por todos los momentos compartidos.

A mi asesor: Ing. Everardo por el apoyo, la constancia, la dedicación.

**INDICE****PÁGINA**

## INTRODUCCION

## CAPITULO I GENERALIDADES

1.1	ANTECEDENTES	2
1.2	SEGURIDAD INDUSTRIAL	2
1.2.1	Profesional de Seguridad	3
1.3	HIGIENE INDUSTRIAL	4
1.3.1	Agentes Químicos	4
1.3.1.1	Vías de exposición	5
1.3.2	Agentes físicos	8
1.3.2.1	Iluminación	8
1.3.2.2	Temperaturas Elevadas o Abatidas	8
1.3.2.3	Ruidos	9
1.3.2.4	Vibraciones	9
1.3.2.5	Radiaciones ionizantes y no ionizantes	10
1.3.2.5.1	Radiación ionizante	10
1.3.2.5.2	Radiación no ionizante	10
1.3.3	Agentes Biológicos	11
1.3.4	Agentes ergonómicos	11
1.3.5	Agentes psicosociales	11
1.4	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA AUDITIVO	12
1.4.1	Anatomía	12
1.4.2	Fisiología	13
1.4.3	Patología y daño al Oído	14
1.5	TEORÍA FUNDAMENTAL DEL SONIDO	16
1.5.1	Física del Sonido	16
1.5.2	Ondas	16
1.5.2.1	Frecuencia	17
1.5.2.2	Velocidad	17
1.5.2.3	Longitud de Onda	18
1.5.2.4	Amplitud	18
1.5.2.5	Periodo	19
1.5.2.6	Transmisión	19
1.6	DEFINICIONES NOM-011-STPS-2001	19
1.6.1	Ruido	19
1.6.2	Decibel	20
1.6.3	Nivel de Presión Sonora (Nivel de Presión Acústica)	21
1.6.4	Nivel Sonoro	21
1.6.5	Nivel Sonoro Continuo Equivalente	22
1.6.6	Redes de Ponderación	22
1.6.7	Niveles Máximos Permitidos	23
1.7	EQUIPOS DE PROTECCIÓN AUDITIVA	24

## CAPITULO II MARCO LEGAL

2.1	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	28
2.2	LEY FEDERAL DEL TRABAJO	30
2.2.1	Titulo Noveno “Riesgos de Trabajo”	31
2.3	REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO	31
2.3.1	Estructura del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo (RFSHMAT)	32
2.4	NORMA OFICIAL MEXICANA 011 DE LA STPS	35

## CAPITULO III METODÓLOGIA DE EVALUACIÓN

3.1	RECONOCIMIENTO DEL ÁREA	50
3.1.1	Método de evaluación	50
3.1.2	Ubicación	50
3.2	EQUIPOS DE MEDICIÓN	51
3.2.1	Sonómetro	52
3.2.2	Dosímetro	54
3.3	CALIBRACIÓN	55
3.4	PROCEDIMIENTO DE USO DEL SONÓMETRO	55
3.4.1	Inspección visual antes de la puesta en funcionamiento	55
3.4.2	Encendido y puesta en marcha	55
3.4.3	Calibración del equipo	55
3.4.4	Selección de una escala de medición	56
3.4.5	Selección de tiempo de respuesta	56
3.4.6	Verificación de la batería	56
3.4.7	Lectura del Nivel de Presión Continuo (SPL)	56
3.4.8	Filtros de Octavas de bandas	56
3.4.9	Detener Mediciones	56
3.4.10	Apagado	57
3.5	TOMA DE MEDICIONES POR PUESTO FIJO DE TRABAJO	57
3.5.1	Método de puesto fijo de trabajo	57
3.5.2	Localización del micrófono	57
3.5.3	Orientación del micrófono	57
3.5.4	Ubicación del observador	57
3.6	ALGORITMO PARA EL CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL AUDITIVA	58
3.6.1	Método de Octavas de Banda	58
3.7	CÁLCULO DEL FACTOR DE REDUCCIÓN R	58

## CAPITULO IV REALIZACIÓN DEL ESTUDIO

4.1	DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	61
4.2	DETALLES TÉCNICOS: CORTADORA DE METALES DE 14"	63
4.3	ELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE MUESTREO	64
4.4	CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO	65
4.5	TOMA DE MEDICIONES DE LOS NIVELES DE RUIDO	65
4.5.1	Mediciones por puesto fijo de trabajo	65
4.5.2	Método de puesto fijo de trabajo	66
4.5.3	Localización del micrófono	66
4.5.4	Orientación del micrófono	67
4.5.5	Ubicación del observador	67
4.6	TRABAJO DE GABINETE	67

## CAPITULO V RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

5.1	REGISTROS DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (NSCE)	71
5.2	EVALUACIÓN DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (NSCE)	72
5.3	CÁLCULO DEL NIVEL DE EXPOSICION A RUIDO (NER)	77
5.4.	CÁLCULO DEL TIEMPO MÁXIMO PERMIISBLE DE EXPOSICIÓN A RUIDO	79
5.5	REGISTROS DEL ESPECTRO ACÚSTICO EN OCTAVAS DE BANDA	80
5.6	CÁLCULO DEL NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA ( $NPA_i$ )	82
5.7	CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL AUDITIVA	92
5.7.1	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN AUDITIVA PROPORCIONADAS POR EL FABRICANTE	93
	CONCLUSIONES	96
	BIBLIOGRAFIA	

**INDICE DE TABLAS****PÁGINA**

Tabla 1.1	Tipo de peligros	6
Tabla 1.2	Agentes químicos y fármacos potencialmente dañinos para el sistema auditivo	15
Tabla 1.3	Velocidad del sonido en diferentes medios <sup>1</sup>	18
Tabla 1.4	Niveles típicos de decibeles	21
Tabla 1.5	Niveles máximos permitidos	23
Tabla 2.1	Estructura de la Constitución	29
Tabla 2.2	Estructura de la Ley Federal del Trabajo	31
Tabla 2.3	Magnitudes, abreviaturas y unidades	40
Tabla A.1	Límites Máximos Permisibles de Exposición	45
Tabla 3.1	Métodos de Evaluación de Ruido	51
Tabla 4.1	Formato de registro para la evaluación de NSCE NOM-011-STPS-2001	65
Tabla 4.2	Formato de registro para la evaluación del espectro acústico en frecuencias de octavas de banda NOM-011-STPS-2001	64
Tabla 5.1	Registro Del NSCE Del Puesto De Trabajo “Cortador”	69
Tabla 5.2	Registro Del NSCE Del Puesto De Trabajo “Almacenista”	69
Tabla 5.3	Registro Del NSCE Del Puesto De Trabajo “Empleado De Mostrador”	70
Tabla 5.4	Registro Del NSCE Del Puesto De Trabajo “Administrador”	70
Tabla 5.5	Valores de $NSCE_{A,T}^i$ Calculados a partir de los periodos de evaluación de ruido del puesto de trabajo “Cortador”	71
Tabla 5.6	Valores de $NSCE_{A,T}^i$ Calculados a Partir de los Periodos de Evaluación de ruido del puesto de trabajo “Almacenista”	72
Tabla 5.7	Valores de $NSCE_{A,T}^i$ Calculados a Partir de los Periodos de Evaluación de ruido del puesto de trabajo “Empleado De Mostrador”	73
Tabla 5.8	Valores de $NSCE_{A,T}^i$ Calculados a Partir de los Periodos de Evaluación de ruido del puesto de trabajo “Administrador”	73
Tabla 5.9	Resultados del N.E.R de cada puesto de trabajo	77
Tabla 5.10	Datos de Espectro Acústico en Frecuencias de Octavas de Banda dB (A)	

Tabla 5.11	del puesto de trabajo "CORTADOR" Datos de Espectro Acústico en Frecuencias de Octavas de Banda dB (A) del puesto de trabajo "ALMACENISTA"	78 79
Tabla 5.12	Datos de Espectro Acústico en Frecuencias de Octavas de Banda dB (A) del puesto de trabajo "EMPLEADO DE MOSTRADOR"	79
Tabla 5.13	Datos de Espectro Acústico en Frecuencias de Octavas de Banda dB (A) del puesto de trabajo "ADMINISTRADOR"	80
Tabla 5.14	Resultados de Espectro Acústico (NPA) del Puesto de trabajo "CORTADOR"	87
Tabla 5.15	Resultados de Espectro Acústico (NPA) del puesto de trabajo "ALMACENISTA"	88
Tabla 5.16	Resultados de Espectro Acústico (NPA) del puesto de trabajo "EMPLEADO DE MOSTRADOR"	88
Tabla 5.17	Resultados de Espectro Acústico (NPA) del puesto de trabajo "ADMINISTRADOR"	89
Tabla 5.18	Características del equipo de protección auditiva proporcionadas por el fabricante	89
Tabla 5.19	Datos del fabricante (TAPÓN URREA M.R)	90
Tabla 5.20	Resultados del Factor de Reducción (R) con diferentes tapones	91

**INDICE DE FIGURAS****PÁGINA**

Fig. 1.1	Anatomía del sistema auditivo	12
Fig. 1.2	Frecuencias	17
Fig. 1.3	Desplazamiento multidireccional del ruido	19
Fig. 1.4	Filtros de ponderación A, B y C	22
Fig. 1.5	Con cordón y desechable	25
Fig. 1.6	Con cordón y reutilizable	25
Fig. 1.7	Con diadema y reutilizables	25
Fig. 1.8	Concha auditiva Mod. 1440	25
Fig. 1.9	Concha auditiva Mod. 1435	25
Fig. 1.10	Casco antirruído Mod. 1450	26
Fig. 3.1	Equipos de Medición	52
Fig. 3.2	Sonómetro	53
Fig. 3.3	Set de Filtros de Ponderación	54
Fig. 3.4	Dosímetro	54
Fig. 3.5	Calibrador Acústico Normalizado	55
Fig. 4.1	Plano De Localización General De La Empresa	62
Fig. 4.2	Cortadora De Metales De 14" (GCO 14-2 Professional)	64

**INDICE DE GRAFICAS****PÁGINA**

Gráfica 5.1	N.S.C.E. Puesto De Trabajo Cortador	76
Gráfica 5.2	N.S.C.E. Puesto De Trabajo Almacenista	76
Gráfica 5.3	N.S.C.E. Puesto De Trabajo Empleado De Mostrador	77
Gráfica 5.4	N.S.C.E. Puesto De Trabajo Administrador	77
Gráfica 5.5	Espectro Acústico (NPA) puesto de trabajo "CORTADOR"	90
Gráfica 5.6	Espectro Acústico (NPA) puesto de trabajo "ALMACENISTA"	91
Gráfica 5.7	Espectro Acústico (NPA) puesto de trabajo "EMPLEADO DE MOSTRADOR"	91
Gráfica 5.8	Espectro Acústico (NPA) puesto de trabajo "ADMINISTRADOR"	92

**RESUMEN**



En el presente trabajo se realizó un estudio para determinar los niveles de ruido en el área de corte de una empresa de la industria ferretera con base en la NOM-011-STPS-2001 (Norma Oficial Mexicana-011- de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social “Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido”). Para ello se tomaron muestras de tales niveles en campo, tanto de NSCE (Nivel Sonoro Continuo Equivalente) como de NPA (Nivel de Presión Acústica), tal como lo marca la norma referida. Se utilizó un sonómetro tipo dos con filtro de octavas de banda en un periodo de ocho horas y se procesaron los resultados obtenidos en campo conforme a la norma descrita. Como resultado se encontró que las áreas de mayor exposición a ruido para los trabajadores, y que superan los límites de exposición máximos permisibles marcados en la norma, es el área de corte. Sin embargo, como lo sugiere la norma, también se evaluaron las áreas que superan los 80 dB.

Con los resultados obtenidos del espectro acústica (NPA) se determinó el tipo de frecuencias al que está expuesto el trabajador (frecuencias agudas), así como también el equipo de protección más indicado para mitigarlo.

Se recomienda tomar medidas administrativas (rolar el personal de corte, el uso de protección auditiva) para minimizar el daño que pueda ocasionar la exposición al ruido en las áreas donde se superen los 90 dB.

# INTRODUCCIÓN



El ruido es uno de los peligros más comunes que contaminan el ambiente laboral, dado que un trabajador expuesto a 90 dB, puede tener una afección en el oído. En México, por ejemplo, cerca de 9 millones de trabajadores se ven expuestos diariamente a niveles de ruido de 90 decibeles ponderados A (en adelante, dBA), escala que aplica al ser humano. Estos niveles de ruido son potencialmente peligrosos para su audición y pueden producir además otros efectos perjudiciales. Existen aproximadamente 5.2 millones de trabajadores expuestos a niveles de ruido aún mayores en entornos de fabricación y empresas de agua, gas y electricidad, lo cual representa alrededor del 35 % del número total de personas que trabajan en el sector de fabricación en México.

Los niveles peligrosos de ruido se identifican fácilmente y en la gran mayoría de los casos es técnicamente viable controlar el exceso de ruido aplicando tecnología comercial, remodelando el equipo o proceso o transformando las máquinas ruidosas. Pero con demasiada frecuencia no se hace nada. Hay varias razones para ello. En primer lugar, aunque muchas soluciones de control del ruido son notablemente económicas, otras son muy caras, en particular cuando hay que conseguir reducciones a niveles de 90 o 85 dBA<sup>13</sup>.

Una razón muy importante de la ausencia de programas de conservación de la audición y de control del ruido es que, lamentablemente, el ruido suele aceptarse como un “mal necesario”, una parte del negocio, un aspecto inevitable del trabajo industrial. El ruido peligroso no derrama sangre, no rompe huesos, no da mal aspecto a los tejidos y, si los trabajadores pueden tolerar los primeros días o semanas de exposición, suelen tener la sensación de “haberse acostumbrado” al ruido<sup>13</sup>.

Sin embargo, lo más probable es que hayan comenzado a sufrir una pérdida temporal de la audición, que disminuye su sensibilidad auditiva durante la jornada laboral y que a menudo persiste durante la noche. Esa pérdida auditiva avanza luego de manera insidiosa, ya que aumenta gradualmente a lo largo de meses y años, y pasa en gran medida inadvertida hasta alcanzar proporciones discapacitantes.

Otra razón importante de la falta de reconocimiento de los peligros del ruido es que el deterioro auditivo resultante implica un estigma. Como se ha demostrado tan claramente en varias investigaciones y publicaciones en sus artículos sobre rehabilitación de la pérdida auditiva inducida por ruido, la opinión que suele tenerse de las personas que sufren deterioros auditivos es que están avejentadas y son mentalmente lentas e incompetentes en términos generales, y quienes corren el riesgo de sufrir este tipo de deterioro son reacios a reconocer ni su deficiencia ni el riesgo por miedo a ser estigmatizados. Esto es muy lamentable, porque la pérdida auditiva inducida por ruido llega a ser permanente y, sumada a la que se produce a consecuencia de la edad, puede dar lugar a cuadros de depresión y aislamiento en personas de mediana edad y mayores. Las medidas preventivas deben tomarse antes de que comience la pérdida auditiva.

Dada la importancia de la identificación, evaluación y control de los peligros y riesgos a los cuales se exponen los trabajadores en el ámbito laboral, y para la implementación de los Sistemas de Seguridad e Higiene.



## **OBJETIVO GENERAL**

La realización del estudio de evaluación de ruido en el área de corte de una empresa de la industria ferretera, mediante la aplicación de la Norma NOM-011-STPS-2001 vigente, para la evaluación de NER (Nivel de Exposición a Ruido) y NPA (Nivel de Presión Acústica), así como establecer las recomendaciones para el uso de equipo adecuado en la zona de riesgo.

Para poder dar cumplimiento al objetivo general establecido se definieron los objetivos particulares siguientes:

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- ❖ Realizar un reconocimiento en el área de corte de la empresa para determinar si existe exposición a niveles de ruido mayores de 80 dBA.
- ❖ Llevar a cabo el estudio en campo de los Niveles de Exposición a Ruido (NER) así como de los Niveles de Presión Acústica (NPA) a los que se encuentra expuestos los operadores en el área de estudio de corte de la industria ferretera.
- ❖ Elaborar el informe del Estudio de ruido, documentando los resultados de la técnica utilizada o marcada por la norma vigente con la finalidad de que la empresa lo utilice de la manera más conveniente.
- ❖ Establecer las recomendaciones adecuadas para proteger a los operadores expuestos con el fin de mejorar la seguridad e higiene laboral dentro del área.

# **CAPÍTULO I**

# **GENERALIDADES**



## 1.1 ANTECEDENTES

La investigación bibliográfica relacionada con el presente trabajo es **Análisis de Ruido en el Área de Doblado – Engomado de Empaques Plegadizos Modernos S.A. de C.V.**, su autor Luis Humberto Sánchez Rodríguez, encontró que el ruido al que están expuestos los trabajadores es del tipo de frecuencias agudas que van de los 79 a los 87dB, por lo tanto recomienda utilizar el equipo de protección auditiva Max 30.

Propone una serie de recomendaciones para controlar y corregir el problema de ruido existente en dicha empresa:

- ❖ Colocar señalamientos que indiquen la existencia de ruidos mayores a 80 dB en todas las áreas de producción y el uso obligatorio de equipo de protección auditiva para cualquier persona que circule o trabaje en las áreas de trabajo.
- ❖ Llevar un programa de Vigilancia a la salud por medio de Exámenes Audiométricos anuales, a cada trabajador expuesto.
- ❖ Realizar exámenes de ingreso de acuerdo con el perfil requerido para que la empresa no contrate un problema o una enfermedad de trabajo.
- ❖ Programas de organización para el manejo de tiempo y frecuencia de exposición para cada trabajador.
- ❖ Establecer un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en las máquinas y dispositivos que generan mayores niveles de ruido, sería válido realizar modificación y sustitución de aquellos equipos o procesos que generan ruido, también se puede planificar y redistribuir los equipos de la planta.
- ❖ Implementar un programa de capacitación para todos los trabajadores con respecto al uso y cuidado adecuado del equipo de protección auditiva, así como el mantenimiento y limpieza del mismo, el programa debe contemplar los efectos a la salud, Niveles Máximos de Exposición y medidas de protección.

## 1.2. SEGURIDAD INDUSTRIAL

La Seguridad industrial es el conjunto de medidas técnicas, educacionales, medicas y psicológicas empleadas para prevenir accidentes, tendientes a disminuir y controlar las condiciones inseguras del ambiente, y a instruir o convencer a las personas acerca de la necesidad de implantación de prácticas preventivas.

Un plan de seguridad implica, necesariamente, los siguientes requisitos:



- 1) La seguridad es una responsabilidad de línea y una función de staff frente a su especialización.
- 2) Las condiciones de trabajo, el ramo de actividad, el tamaño y la localización de la empresa, etc., determinan los medios materiales preventivos.
- 3) La seguridad no debe limitarse sólo al área de producción. Las oficinas, los depósitos, etc., también ofrecen riesgos, cuyas implicaciones atentan a toda la empresa.
- 4) El problema de seguridad implica la adaptación del hombre al trabajo.

La seguridad del trabajo en ciertas organizaciones puede llegar a movilizar elementos para el entrenamiento y preparación de técnicos y operarios, control de cumplimiento de normas de seguridad, simulación de accidentes, inspección periódica de los equipos de control de incendios, primeros auxilios y elección, adquisición y distribución de vestuario del personal en determinadas áreas de la organización.

5) Es importante la aplicación de los siguientes principios:

A) Apoyo activo de la Administración consiste en facilitar las condiciones para la implementación del plan de seguridad y dar seguimiento al mismo. Con este apoyo los supervisores deben colaborar para que los subordinados trabajen con seguridad y produzcan sin accidentes.

B) Personal dedicado exclusivamente a la seguridad.

C) Instrucciones de seguridad a los empleados nuevos.

La seguridad se enfoca en los tres niveles siguientes:

- a. Seguridad del trabajador.
- b. Seguridad de instalaciones y equipo.
- c. Seguridad del ambiente.

### **1.2.1 Profesional de Seguridad**

Un profesional de la seguridad es una persona comprometida en la prevención de accidentes, casualidades, y eventos que dañan a las personas, propiedad o el medio ambiente. Ellos llevan acabo análisis cualitativo y cuantitativo en los procesos de producción simples o complejos, sistemas, funcionamientos y actividades para identificar riesgos. Ellos evalúan estos riesgos para identificar qué eventos pueden ocurrir y la probabilidad de ocurrencia, severidad derivada de estos, el riesgo (una combinación de probabilidad y severidad) y el costo. Ellos identifican qué procedimientos son los más apropiados y su inversión y efectividad. Los profesionales



de seguridad hacen recomendaciones a gerentes, diseñadores, jefes de producción, agencias gubernamentales y otros. Los procedimientos de seguridad pueden involucrar, procedimientos administrativos (como planes, políticas, capacitación, etc.) y diseñando (como sistema de seguridad, barreras, y otras formas de protección). Los profesionales de Seguridad pueden manejar y pueden llevar a cabo el mando de respuesta a emergencias.

Además de tener conocimiento de riesgos, mandos, y métodos de valoración de seguridad, los profesionales de seguridad deben tener conocimiento de física, química, biología y ciencias del medio ambiente, matemáticas, negocio, entrenamiento y técnicas educativas, conceptos de diseño, y conocimientos de funcionamiento (construcción, fabricación, transporte, etc.).

### 1.3 HIGIENE INDUSTRIAL

La "higiene industrial" es una técnica de prevención de enfermedades profesionales que actúa sobre el ambiente y las condiciones de trabajo.

Es decir, son técnicas encaminadas a evitar las modificaciones del medio ambiente laboral, para mejorar las condiciones del mismo, regulando las constantes de ventilación, humedad, temperatura, presión, ruidos, etc. y manteniéndolo exento de contaminantes físicos, químicos y biológicos, o en su defecto, conservándolos, dentro de unos límites tolerables para la salud.

Según la *Asociación Norteamericana de Higienistas Industriales*, AHIA por sus siglas en inglés, la define: es una ciencia y un arte que tiene por objeto el reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores o tensiones ambientales que se originan en el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades, perjuicios a la salud o al bienestar, o incomodidades e ineficiencia entre los trabajadores o entre los ciudadanos de una comunidad<sup>13</sup>.

Los riesgos que podemos encontrar en los ambientes de trabajo se pueden agrupar en cinco tipos: Agentes Químicos, Agentes Físicos, Agentes Biológicos, Agentes Ergonómicos y Agentes psicológicos.

Estas actividades, que son abordadas por equipos multidisciplinarios, tienen como objetivo el desarrollar un programa integral de prevención de enfermedades profesionales, adecuadas específicamente a la situación de cada empresa.

#### 1.3.1 Agentes Químicos

Es toda sustancia orgánica e inorgánica natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvo, humo, gas o vapor, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ella.



- ❖ Gases (Sustancias gaseosas a temperaturas y presiones ambientales)
- ❖ Vapores (Se aplica a la fase gaseosa de una sustancia que es sólida o líquida en estas condiciones)
- ❖ Líquidos
- ❖ Aerosoles ( Polvos, Neblinas, Humos)

#### 1.3.1.1 Vías de exposición

La sola presencia de contaminantes laborales en el lugar de trabajo no implica necesariamente que exista un potencial significativo de exposición; el agente debe llegar al trabajador. En el caso de las sustancias químicas, la forma líquida o vaporizada del agente debe estar en contacto con el organismo, o ser absorbido por él, para producir un efecto nocivo en la salud. Si el agente está aislado en un recinto cerrado o es capturado por un sistema de ventilación localizada, el potencial de exposición será pequeño, con independencia de la toxicidad propia de la sustancia química.

La vía de exposición puede influir en el tipo de controles realizados y en el riesgo potencial. En el caso de los agentes químicos y biológicos, los trabajadores pueden estar expuestos a ellos por inhalación, contacto con la piel, ingestión e inyección; las vías más comunes de absorción en el medio ambiente de trabajo son el tracto respiratorio y la piel. Para valorar la inhalación, el higienista industrial debe observar la posibilidad de que las sustancias químicas queden suspendidas en el aire en forma de gases, vapores, polvo, humo o niebla.

La absorción de sustancias químicas a través de la piel es importante, sobre todo cuando existe un contacto directo por salpicadura, aspersión, humedecimiento o inmersión con hidrocarburos liposolubles y otros disolventes orgánicos. La inmersión incluye el contacto corporal con prendas contaminadas, el contacto de las manos con guantes contaminados y el contacto de manos y brazos con líquidos a granel. En el caso de algunas sustancias, como las aminas y los fenoles, la absorción a través de la piel puede ser tan rápida como la absorción de las sustancias inhaladas a través de los pulmones. Para algunos contaminantes, como los pesticidas y los tintes derivados de la bencidina, la absorción a través de la piel es la principal vía de entrada al organismo, mientras que la inhalación es una vía secundaria.

Estas sustancias químicas pueden penetrar fácilmente en el organismo a través de la piel, acumularse allí y causar daños sistémicos. Cuando las reacciones alérgicas o los sucesivos lavados resecan y agrietan la piel, aumenta radicalmente el número y el tipo de sustancias químicas que pueden ser absorbidas por el organismo. La ingestión, una vía poco común de absorción de gases y vapores, puede ser importante para partículas como el plomo. La ingestión puede producirse al comer alimentos contaminados, al comer o fumar con las manos contaminadas y al toser y después tragar partículas inhaladas.



La inyección de materiales directamente en la corriente sanguínea se produce, por ejemplo, cuando los trabajadores sanitarios de los hospitales se pinchan sin querer la piel con agujas hipodérmicas, o cuando fuentes de alta presión liberan a gran velocidad proyectiles que contactan directamente con la piel. Las pistolas de pintura con bomba y los sistemas hidráulicos tienen una presión lo suficientemente elevada para perforar la piel e introducir sustancias directamente en el organismo.

En la tabla 1.1 se muestra algunos tipos de peligros, descripción y ejemplo.

**Tabla 1.1 Tipo de peligros<sup>4</sup>**

TIPO DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
<b>PELIGROS QUÍMICOS</b>	Las sustancias químicas penetran en el organismo principalmente por inhalación, absorción de la piel o ingestión. El efecto tóxico puede ser agudo, crónico o de ambos tipos.	
<b>CORROSIÓN</b>	Las sustancias químicas corrosivas producen destrucción de tejidos en el lugar de contacto. La piel, los ojos y el sistema digestivo son las partes del organismo afectadas con mayor frecuencia.	Ácidos concentrados y álcalis, fósforo
<b>IRRITACIÓN</b>	Los irritantes causan inflamación de los tejidos en el lugar en el que se depositan. Los irritantes de la piel pueden causar reacciones como eczema o dermatitis. Las sustancias que producen grave irritación respiratoria pueden causar disnea, respuestas inflamatorias y edema.	Piel: ácidos, álcalis, disolventes, aceites.  Respiratoria: aldehídos, polvo alcalino, amoníaco, dióxido de nitrógeno, fosgeno, cloro, bromo, ozono
<b>REACCIONES ALÉRGICAS</b>	Los alérgenos o sensibilizantes químicos pueden causar reacciones alérgicas dermatológicas o respiratorias.	Piel: colofonia (resina), formaldehído, metales como el cromo o el níquel, algunos tintes orgánicos, endurecedores epoxídicos, trementina  Respiratorias: isocianatos, tintes reactivos a la fibra, formaldehído, polvos de bosques tropicales, níquel.



<b>ASFIXIA</b>	<p>Los asfixiantes ejercen su efecto al interferir con la oxigenación de los tejidos. Los asfixiantes simples son gases inertes que diluyen el oxígeno presente en la atmósfera por debajo de la concentración necesaria para que exista vida. Una atmósfera deficiente en oxígeno puede encontrarse en los tanques, la bodega de los barcos, los silos o las minas. La concentración atmosférica de oxígeno nunca debe ser inferior al 19,5 % en volumen. Los asfixiantes químicos impiden el transporte de oxígeno y la oxigenación normal de la sangre o impiden la oxigenación normal de los tejidos.</p>	<p>Asfixiantes simples: metano, etano, hidrógeno, helio</p> <p>Asfixiantes químicos: monóxido de carbono, nitrobenzeno, cianuro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno.</p>
<b>CÁNCER</b>	<p>Los cancerígenos humanos conocidos son sustancias químicas de las que se ha demostrado claramente que causan cáncer en el ser humano. Los cancerígenos humanos probables son sustancias químicas de las que se ha demostrado claramente que causan cáncer en animales o de las que no se dispone de pruebas definitivas en cuanto al modo en que afectan al ser humano. El hollín y el alquitrán de hulla fueron las primeras sustancias químicas de las que se sospechó que causaban cáncer.</p>	<p>Conocidos: benceno (leucemia); cloruro de vinilo (angiosarcoma de hígado); 2-naftilamina, bencidina (cáncer de vejiga); amianto (cáncer de pulmón, mesotelioma); polvo de madera dura (adenocarcinoma nasal o de los senos nasales).</p> <p>Probables: formaldehído, tetracloruro de carbono, dicromatos, berilio.</p>
<b>EFFECTOS EN EL SISTEMA REPRODUCTOR</b>	<p>Los agentes tóxicos para el sistema reproductor interfieren con las funciones reproductoras o sexuales de la persona. Los agentes tóxicos para el desarrollo son agentes que pueden causar un efecto negativo en la descendencia de las personas expuestas; por ejemplo, defectos congénitos.</p>	<p>Manganeso, disulfuro de carbono, éter monometílico y etílico de etilenglicol, mercurio</p> <p>Compuestos orgánicos de mercurio, monóxido de carbono, plomo, talidomida, disolventes</p>



<b>AGENTES TÓXICOS SISTÉMICOS</b>	Los agentes tóxicos sistémicos son agentes que causan lesiones en determinados órganos o sistemas del organismo.	Cerebro: disolventes, plomo, mercurio, manganeso. Sistema nervioso periférico: n-hexano, plomo, arsénico, disulfuro de carbono Sistema hematopoyético: benceno, éteres de etilenglicol Riñón: cadmio, plomo, mercurio, hidrocarburos clorados Pulmón: sílice, amianto, polvos de carbón (neumoconiosis)
-----------------------------------	--	---

### 1.3.2 Agentes físicos

Son todos aquellos en los que el ambiente normal cambia, rompiéndose el equilibrio entre el organismo y su medio, los agentes físicos actúan en el individuo produciendo alteración por efecto de sus características físicas.

#### 1.3.2.1 Iluminación

Cada actividad requiere un nivel específico de iluminación en el área donde se realiza. En general, cuanto mayor sea la dificultad de percepción visual, mayor deberá ser el nivel medio de la iluminación.

En la literatura<sup>4</sup> se ofrecen directrices de niveles mínimos de iluminación asociados a diferentes tareas. El nivel de iluminación se mide con un luxómetro que convierte la energía luminosa en una señal eléctrica, que posteriormente se amplifica y permite una fácil lectura en una escala de lux calibrada. Al elegir un cierto nivel de iluminación para un puesto de trabajo determinado, deberán estudiarse los siguientes puntos:

- ❖ la naturaleza del trabajo;
- ❖ la reflectancia del objeto y de su entorno inmediato;
- ❖ las diferencias con la luz natural y la necesidad de iluminación diurna,
- ❖ la edad del trabajador.

Una carente o excesiva iluminación puede generar la pérdida visual.

#### 1.3.2.2 Temperaturas Elevadas o Abatidas

El cuerpo humano, precisa para su supervivencia mantener su temperatura comprendida entre unos límites muy reducidos 37°C +/- 1.5 °C, reaccionando cuando se le somete a un ambiente térmico de frío intenso (contacto con agua muy fría, trabajos en cámaras frigoríficas industriales, o a la intemperie, etc.) produciendo la hipotermia, caracterizada por una contracción de los vasos sanguíneos de la piel



(vasoconstricción), una reducción de la superficie corporal (piel de gallina) o un aumento de la actividad voluntaria y escalofríos (tiritonas) con el fin de evitar la pérdida de la temperatura basal. Como consecuencia de ello los órganos más alejados del corazón, las extremidades, son los primeros en acusar la falta de riego sanguíneo, además de las partes más periféricas del cuerpo (nariz, orejas, mejillas) más susceptibles de sufrir congelación.

A la exposición prolongada al frío le siguen otros síntomas como: dificultad en el habla, pérdida de la memoria, pérdida de destreza manual, shock e incluso la muerte.

El aumento de la temperatura del ambiente también provoca el aumento de la temperatura corporal de las personas. Cuando ésta aumenta el cuerpo reacciona con la sudoración y la elevación del riego sanguíneo para facilitar la pérdida de calor por convección a través de la piel, que a su vez son causa de una serie de trastornos, tales como la pérdida de elementos básicos para el cuerpo (agua, sodio, potasio, etc.), motivada por la sudoración o la bajada de tensión provocada por la vasodilatación que puede dar lugar a que no llegue riego suficiente de sangre a órganos vitales del cuerpo como el cerebro, produciendo los típicos desmayos o lipotimias<sup>4</sup>.

### 1.3.2.3 Ruidos

El ruido que es el tema predominante en este trabajo se considera como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas. La causa principal de la contaminación acústica es la actividad humana; el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, la industria, entre otras. Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como la pérdida de audición, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada. El ruido se mide en decibeles (dB); los equipos de medida más utilizados son los sonómetros.

Técnicamente, el ruido es un tipo de energía secundaria de los procesos o actividades que se propaga en el ambiente en forma ondulatoria compleja desde el foco productor hasta el receptor a una velocidad determinada y disminuyendo su intensidad con la distancia y el entorno físico.

El ruido perturba las distintas actividades humanas, interfiriendo la comunicación hablada, perturbando el sueño, el descanso y la relajación, impidiendo la concentración y el aprendizaje, y lo que es más grave, creando estados de cansancio y tensión que pueden degenerar en enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular.

### 1.3.2.4 Vibraciones

La vibración tiene algunos parámetros en común con el ruido: frecuencia, amplitud, duración de la exposición y continuidad o intermitencia de la exposición. El método de trabajo y la destreza del operador desempeñan un papel importante en la aparición de efectos nocivos a causa de la vibración. El trabajo manual con herramientas motorizadas se asocia a síntomas de trastornos circulatorios periféricos conocidos



como “Fenómeno de Raynaud” o “dedos blancos inducidos por la vibración”. Las herramientas vibratorias pueden afectar también al sistema nervioso periférico y al sistema músculo esquelético, reduciendo la fuerza de agarre y causando dolor lumbar y trastornos degenerativos de la espalda<sup>4</sup>.

Unos ejemplos generadores de vibraciones pueden ser: Máquinas de ajuste, máquinas cargadoras de minería, carretilla de horquilla elevadora, herramientas neumáticas, sierra de cadena, etc.

### **1.3.2.5 Radiaciones ionizantes y no ionizantes**

#### **1.3.2.5.1 Radiación ionizante**

El efecto crónico más importante de la radiación ionizante es el cáncer, incluida la leucemia. La sobre exposición a niveles relativamente bajos de radiación se ha asociado a dermatitis en las manos y efectos en el sistema hematológico. Los procesos o actividades que pueden originar una sobre exposición a radiación ionizante están muy restringidos y controlados, ejemplos: reactores nucleares, tubos de rayos-x médicos y dentales, aceleradores de partículas, radioisótopos, etc.

#### **1.3.2.5.2 Radiación no ionizante**

La radiación no ionizante es la radiación ultravioleta, la radiación visible, los rayos infrarrojos, los láseres, los campos electromagnéticos (microondas y radiofrecuencia) y radiación de frecuencia extremadamente baja. Este tipo de radiación puede causar cataratas.

Los láseres de alta potencia pueden causar lesiones oculares y dérmicas. Existe una preocupación creciente por la exposición a bajos niveles de campos electromagnéticos como causa de cáncer y como causa potencial de efectos adversos en la función reproductora de la mujer, especialmente por la exposición a pantallas visualizadoras de datos.

Todavía no se sabe con certeza si existe una relación causal con el cáncer. No obstante, las revisiones más recientes de los conocimientos científicos disponibles concluyen en general que no existe asociación entre el uso de pantallas visualizadoras de datos y efectos adversos para la función reproductora.

Radiación ultravioleta: soldadura y corte con arco eléctrico; tratamiento de tintas, colas, pinturas, etc. con rayos UV; desinfección; control de productos Radiación infrarroja: hornos, soplado de vidrio.

Láseres: comunicaciones, cirugía, construcción.



### 1.3.3 Agentes Biológicos

Los materiales peligrosos con “Riesgo Biológicos” son aquellos que pueden causar enfermedades en el objeto biológico al que ingresen y se pueden dividir en:

- ❖ Virus patógenos.
- ❖ Bacterias patógenas.
- ❖ Toxinas de las bacterias patógenas.
- ❖ Organismos parásitos del Reino Protista.
- ❖ Del Reino Fungí algunos hongos.
- ❖ Toxinas de algunos seres de Reino Plantea.
- ❖ Toxinas de algunos seres del Reino Animalia.

Este tipo de riesgo es uno de los más peligrosos ya que no hay instrumentos para determinar si ha habido exposición. En muchos casos se conoce que hubo exposición cuando se presentan síntomas de la enfermedad.

### 1.3.4 Agentes ergonómicos

La ergonomía es la manera de pensar y planificar el trabajo para que éste se organice de tal manera que se adapte a la capacidad y necesidad de quien lo ejecute. Su objetivo es preparar al hombre para trabajar en óptima comodidad física, mental y para que sus sentidos personales sean utilizados en la mejor forma.

Los factores relacionados con las condiciones según las cuales el individuo realiza sus actividades, dichas cuestiones se refieren principalmente a:

- ❖ El tiempo a que está expuesto el trabajador al agente.
- ❖ La naturaleza o características de esta exposición.
- ❖ La resistencia o propensión que tenga el trabajador a contraer la enfermedad.
- ❖ El uso adecuado o inadecuado que haga de su propio equipo de protección personal, considerando éste como una última opción de prevención de riesgos.

### 1.3.5 Agentes psicosociales

La capacidad y la voluntad para trabajar dependen íntegramente de la salud, o sea el grado de adaptación del individuo consigo mismo y con su ambiente; por lo tanto, la adaptación del ser humano a los elementos que componen su actitud laboral constituye un requisito indispensable para conservar y mejorar su salud. Si esta adaptación es difícil, o imposible, su salud por este solo hecho, será precaria o desembocara en la enfermedad y en la incapacidad.

Los agente psicosociales, entonces son el resultado de los factores que configuran la personalidad del hombre.

- ❖ Familia
- ❖ Escuela
- ❖ Labor
- ❖ Medio social

#### 1.4 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA AUDITIVO

El oído humano es el órgano sensorial responsable de la audición y del mantenimiento del equilibrio mediante la detección de la posición corporal y del movimiento de la cabeza. Los oídos perciben gran variedad de sonidos, desde graves hasta agudos. En conjunto con el cerebro, proveen del sentido de la audición convirtiendo las ondas sonoras en impulsos nerviosos eléctricos.

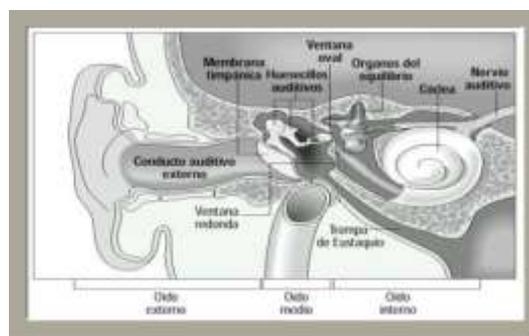
La generación de las sensaciones auditivas en el ser humano es un proceso extraordinariamente complejo pero se puede resumir en tres etapas básicas:

- ❖ Captación y procesamiento mecánico de las ondas sonoras.
- ❖ Conversión de la señal acústica en impulsos nerviosos y transmisión de dichos impulsos hasta los centros sensoriales del cerebro.
- ❖ Procesamiento neural de la información codificada en forma de impulsos nerviosos.

##### 1.4.1 Anatomía

Es imprescindible examinar la estructura y funcionamiento del oído, con el fin de lograr una mejor comprensión de la anatomía y la fisiología del aparato auditivo, haciendo énfasis en aquellas partes y estructuras más importantes del sistema auditivo.

El oído o región periférica se divide usualmente en tres zonas, llamadas oído externo, oído medio y oído interno, de acuerdo a su ubicación en el cráneo, como puede verse en la figura 1.1.



**Fig. 1.1 Anatomía del sistema auditivo**



## **Oído Externo**

El oído externo está formado por el pabellón auricular u oreja, el cual dirige las ondas sonoras hacia el conducto auditivo externo a través del orificio auditivo. El otro extremo del conducto auditivo se encuentra cubierto por la membrana timpánica o tímpano, la cual constituye la entrada al oído medio.

## **Oído Medio**

El oído medio está constituido por una cavidad llena de aire, dentro de la cual se encuentran tres huesecillos, denominados martillo, yunque y estribo, unidos entre sí en forma articulada. Uno de los extremos del martillo se encuentra adherido al tímpano, mientras que la base del estribo está unida mediante un anillo flexible a las paredes de la ventana oval, orificio que constituye la vía de entrada del sonido al oído interno.

Finalmente, la cavidad del oído medio se comunica con el exterior del cuerpo a través de la trompa de Eustaquio, la cual es un conducto que llega hasta las vías respiratorias y que permite igualar la presión del aire a ambos lados del tímpano.

## **Oído Interno**

En el oído interno se encuentra la cóclea o caracol, la cual es un conducto rígido en forma de espiral (ver la Fig.1) de unos 35 mm de longitud, lleno con dos fluidos de distinta composición.

La base del estribo, a través de la ventana oval, está en contacto con el fluido de la escala vestibular, mientras que la escala timpánica desemboca en la cavidad del oído medio a través de otra abertura (ventana redonda) sellada por una membrana flexible (membrana timpánica secundaria).

El órgano de Corti se extiende desde el vértice hasta la base de la cóclea y contiene las células ciliares que actúan como transductores de señales sonoras a impulsos nerviosos.

### **1.4.2 Fisiología**

#### **Oído Externo**

La función del oído externo es la de recolectar las ondas sonoras y encauzarlas hacia el oído medio.

El conducto auditivo tiene dos propósitos adicionales: proteger las delicadas estructuras del oído medio contra daños y minimizar la distancia del oído interno al cerebro, reduciendo el tiempo de propagación de los impulsos nerviosos.



El conducto auditivo es un "tubo" de unos 2 cm. de longitud, el cual influye en la respuesta en frecuencia del sistema auditivo.

El pabellón auricular, modifica el espectro de la señal sonora, las señales sonoras que entran al conducto auditivo externo sufren efectos de difracción debidos a la forma del pabellón auricular y estos efectos varían según la dirección de incidencia y el contenido espectral de la señal; así, se altera el espectro sonoro debido a la difracción.

### **Oído Medio**

Los sonidos, formados por oscilaciones de las moléculas del aire, son conducidos a través del conducto auditivo hasta el tímpano. Los cambios de presión en la pared externa de la membrana timpánica, asociados a la señal sonora, hacen que dicha membrana vibre siguiendo las oscilaciones de dicha señal.

Las vibraciones del tímpano se transmiten a lo largo de la cadena de huesecillos, la cual opera como un sistema de palancas, de forma tal que la base del estribo vibra en la ventana oval. Este huesecillo se encuentra en contacto con uno de los fluidos contenidos en el oído interno; por lo tanto, el tímpano y la cadena de huesecillos actúan como un mecanismo para transformar las vibraciones del aire en vibraciones del fluido.

### **Oído Interno**

El oído interno representa el final de la cadena de procesamiento mecánico del sonido, y en él se llevan a cabo tres funciones primordiales: filtraje de la señal sonora, transducción y generación probabilística de impulsos nerviosos<sup>5</sup>.

#### **1.4.3 Patología y daño al Oído**

Aunque el oído humano esta sujeto a numerosos tipos de desórdenes que pueden causar pérdida de la audición, una de las principales es la exposición a los ruidos ocupacionales; sin embargo, hay varias causas no relacionadas con el trabajo y la pérdida de la capacidad auditiva.

Los deterioros del oído que no son inducidos por el ruido tienen su origen en:

- ❖ Bloqueo físico de los canales auditivos con exceso de cera y cuerpos extraños.
- ❖ Daños traumáticos como perforaciones del tímpano o desplazamiento de los occículos.
- ❖ Secuelas de enfermedades como viruela, infecciones del oído interno, enfermedades degenerativas como tumores, etc.
- ❖ Daños prenatales o hereditarios.
- ❖ Daños inducidos por el uso de fármacos como estreptomina y quinina.



- ❖ Reducción natural de la sensibilidad auditiva debido al paso del tiempo llamada presbiacucia.
- ❖ Exposiciones a ruidos fuera del trabajo como música, motocicletas, aviones, motosierras, tráfico, etc.

El especialista en higiene debe conocer y saber de cerca los efectos de las exposiciones a ruidos no ocupacionales para evitar confundirlos con las causas ocupacionales.

### **Daño inducido por Ruido Laboral**

El ruido produce primariamente pérdida de la sensación auditiva debido a los daños y lesiones ciliares que produce, estos daños se deben al movimiento ciliar inducido por los estímulos acústicos intensos que al superar la resistencia mecánica de los cilios provocan la ruptura o destrucción mecánica de las células ciliadas; como el número de estas células es limitado y no pueden regenerarse, cualquier pérdida celular será permanente y si la exposición al estímulo sonoro dañino continúa la pérdida tendrá un carácter progresivo, en general el efecto último es el desarrollo de un déficit auditivo.

Existen algunos agentes químicos y fármacos que pueden dañar el sistema auditivo, la siguiente tabla muestra ejemplo de algunos:

**Tabla 1.2 Agentes químicos y fármacos potencialmente dañinos para el sistema auditivo<sup>5</sup>**

<b>QUÍMICOS INDUSTRIALES</b>	<b>FÁRMACOS.</b>
Tolueno.	Ácido etacrínico.
Cianuros.	Ampicilina.
Dimetilnilina.	Capreomicina.
Dinitrobenceno.	Coroquina.
Hidrocarburos Halogenados	Ciolistina.
Mercurio.	Cotrimoxazol.
Derivados alquílicos del mercurio.	Dihidroestreptomicina.
Oxido de carbono	Estreptomicina y estreptoniazida
Piridina	Furosemida.
Sulfuro de carbono	Gentamicina
Anhídrido carbónico	Derivados de la quinina.



La pérdida de la audición puede ser clasificada no sólo por el estado conductivo, sensorial o neural, también en términos de la causa posible:

- ❖ **Presbiacusia:** originada de manera natural con el paso de los años.
- ❖ **Pérdida Inducida por Ruido ( Hipoacusia)** que se divide en:
  - **Pérdida auditiva Industrial:** Causada por la relación del trabajo con la exposición al ruido de las actividades realizadas.
  - **Socioacusia:** pérdida atribuida al ruido de todos los días.
- ❖ **Nosoacusia:** pérdida atribuible a causas hereditarias, sordera progresiva, enfermedades como paperas, rubéola, craneales o sobre los órganos del sistema auditivo, golpes en la cabeza o por el consumo de fármacos antibióticos para combatir las enfermedades del sistema auditivo.

## 1.5 TEORÍA FUNDAMENTAL DEL SONIDO

### 1.5.1 Física del Sonido

Se puede definir el sonido como un fenómeno vibratorio que a partir de una perturbación inicial del medio elástico donde se produce, se propaga en ese medio bajo la forma de vibración periódica de presión. Esta variación de la presión ambiental se conoce como Presión Acústica.

Por otra parte, ya que tiene su origen en un movimiento vibratorio que se puede transmitir en un medio ya sea sólido, líquido o gaseoso produce una sensación auditiva.

De acuerdo con esta definición, el sonido se origina en un foco productor y necesita un medio de transmisión para poder llegar al foco receptor.

### 1.5.2 Ondas

Una onda es una perturbación que avanza o que se propaga en un medio sólido, líquido o gaseoso, en el caso del sonido consiste en un movimiento ondulatorio el cual empieza con una perturbación mecánica donde las vibraciones de la fuente sonora hacen que se formen ondas que se propaguen en forma multidireccional.

El tipo de movimiento característico de las ondas sonoras se denomina movimiento ondulatorio, su propiedad esencial es que no implica un transporte de partículas de un punto inicial a otro final; por el contrario, su movimiento individual no alcanza más de un par de centímetros.

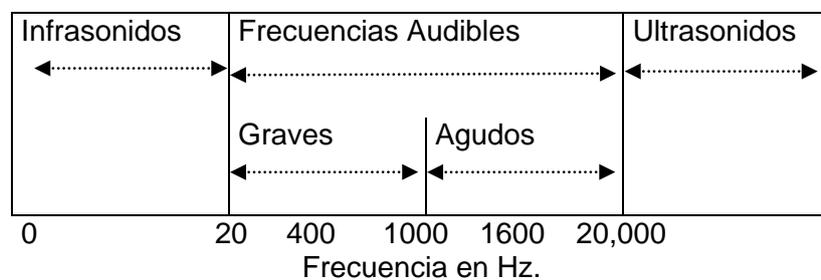
Las partículas constituyentes del medio se desplazan poco respecto de su posición de equilibrio, es decir lo que avanza y progresa no son ellas, sino la perturbación que transmiten en conjunto unas a otras.

Las ondas sonoras tienen varias propiedades físicas como son frecuencia, velocidad, longitud de onda, amplitud y periodo por las cuales las podemos caracterizar.

### 1.5.2.1 Frecuencia

Se define como el número de variaciones de la presión del sonido por segundo y se expresa en ciclos por segundo (Hertz Hz).

Cuando la frecuencia del sonido es inferior a 20 Hz, ésta no provoca sensación auditiva en el hombre (infrasonidos) al igual que cuando el sonido es demasiado agudo por encima de 20,000 Hz (Ultrasonido). (Ver figura 1.2).



**Fig. 1.2 Frecuencias<sup>5</sup>**

Las frecuencias más bajas que corresponden con lo que habitualmente llamamos sonidos graves son sonidos de vibraciones lentas y las frecuencias más altas corresponden a las que llamamos agudas y son vibraciones muy rápidas.

### 1.5.2.2 Velocidad

La velocidad de la propagación depende de las condiciones ambientales (presión y temperatura) y fundamentalmente del medio donde se propaga llamado campo acústico.

En general la velocidad del sonido en los gases es menor que en los líquidos<sup>5</sup> y en estos menor que en los sólidos aunque existen excepciones como es el caucho.

La tabla 1.3 muestra algunos valores de la velocidad del sonido en distintos medios de propagación.

Tabla 1.3 Velocidad del sonido en diferentes medios<sup>5</sup>

VELOCIDAD DEL SONIDO A 20 °C	
Aire	344 m/s
Madera	3,962 m/s
Agua	1,433 m/s
Acero	5,179 m/s
Caucho	60 m/s
Plomo	2,000 m/s
Cobre	5,000 m/s
Cemento	4,000 m/s
Vidrio	5,700 m/s
Vapor de Agua	500 m/s

La velocidad del sonido relaciona a la longitud de onda y a la frecuencia cuando el sonido se propaga por el mismo medio a la misma temperatura como se muestra en la ecuación (1):

$$C = f \lambda \quad (1)$$

Donde:

**C** = Velocidad del sonido en m/seg

**f** = Frecuencia en Hertz (Hz).

**$\lambda$**  = Longitud de onda en metros (m)

### 1.5.2.3 Longitud de Onda ( $\lambda$ )

Se define como la distancia que recorre una onda sonora en un periodo que depende de la velocidad de propagación o la frecuencia.

### 1.5.2.4 Amplitud

Valor máximo de desplazamiento que asume la onda por efectos de las variaciones de presión o intensidad del sonido, es la característica de las ondas sonoras que percibimos como volumen.

La amplitud es la cantidad de presión que ejerce la vibración en el medio elástico y cuanto más fuerte es un sonido, mayor amplitud tiene, se mide en Milibar (mb), Pascal (Pa) o decibeles (dB).

### 1.5.2.5 Periodo

Es el tiempo que tarda cada ciclo (ondas completas) en repetirse.

### 1.5.2.6 Transmisión

El sonido se genera en un foco productor y necesita de un medio de transmisión para poder llegar al foco receptor.

El sonido se propaga a través de medios gaseosos, líquidos o sólidos, vibraciones longitudinales, y por medio de compresión y dilatación de partículas.

El ruido se desplaza en cualquier medio de forma multidireccional, como se aprecia en la figura 1.3.

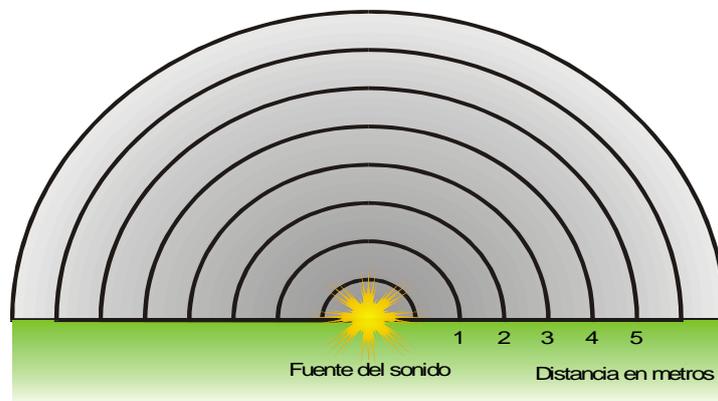


Fig. 1.3 Desplazamiento multidireccional del ruido

## 1.6 DEFINICIONES NOM-011-STPS-2001

### 1.6.1 Ruido

Al ruido se le puede definir como un sonido no deseado.

En nuestros días constituye uno de los problemas más acuciantes propios de la modernidad actual y la urbanización de las ciudades.

Uno de los agentes que comúnmente se presenta en toda empresa en los procesos de producción es la generación de ruido y la exposición excesiva a este agente físico, la falta de equipos de protección personal adecuados y el desconocimiento de su manejo y control, genera enfermedades profesionales en los trabajadores como disminución y pérdida de la capacidad auditiva.

Los efectos del ruido en el organismo no solo merman la capacidad auditiva, además genera situaciones de estrés que disminuye el rendimiento físico e intelectual de los



trabajadores reflejándose en los niveles de producción además de interferir en la comunicación e incrementar las cuotas obrero patronal por riesgos de trabajo<sup>6</sup>.

### 1.6.2 Decibel

El decibel es una cantidad logarítmica de medida utilizada en diferentes disciplinas de la ciencia, en todos los casos se usa para comparar una cantidad con otra llamada de referencia. Normalmente el valor tomado como referencia es siempre el menor valor de la cantidad y la mayoría de las veces el decibel es útil para comparar la presión sonora en el aire con una presión de referencia.

Este nivel de referencia tomado en acústica, es una aproximación al nivel de presión mínimo que hace que nuestro oído sea capaz de percibirlo.

La razón por la que se utiliza el decibel es que si no, tendríamos que estar manejando números excesivamente pequeños o grandes por lo que el error en los cálculos se incrementa, también hay que tomar en cuenta que el comportamiento del oído humano está más cerca de una función logarítmica que de una lineal, ya que no percibe la misma variación de nivel en las diferentes escalas de nivel, ni en las diferentes bandas de frecuencias.

Se define por la siguiente ecuación matemática:

$$DECIBEL = 10 \log \frac{Q}{Q_0} \quad (2)$$

Donde  $Q$  es la cantidad medida de presión y  $Q_0$  es la cantidad de presión de referencia.

En la tabla 1.4 se indican las diferentes actividades humanas con sus correspondientes decibeles y las sensaciones que producen.

Tabla 1.4 Niveles típicos de decibeles<sup>13</sup>

INTENSIDAD DEL RUIDO EN DECIBELES (DB)	ACTIVIDAD	SENSACIÓN
140	Despegue del Avión.	Intolerable.
120	Sala de Máquinas de buque.	Intolerable.
100	Prensas Automáticas.	Muy ruidoso.
80	Tráfico Pesado.	Ruidoso.
60	Restaurante.	Ruidoso.
40	Zona Residencial Nocturna.	Poco ruidoso.
20	Estudio de radio o TV.	Silencioso.
0	Umbral de audición.	Silencioso.

En general, se dice que los ruidos<sup>13</sup> comprendidos entre 40 y 60 dB resultan soportables, entre 65 y 80 dB son fatigosos, entre 80 y 115 dB pueden producir sordera y superiores a 120 dB resultan totalmente dañinos.

### 1.6.3 Nivel de Presión Sonora (Nivel de Presión Acústica)

Se define matemáticamente como 20 veces el logaritmo de la relación entre una presión acústica instantánea  $P$  y una presión acústica de referencia  $P_0$ , el nivel de presión acústica se mide en decibeles y determina el nivel de presión que realiza la onda sonora en relación a un nivel de referencia que puede estar en unidades de Newton sobre metro cuadrado ( $N/m^2$ ), o pascales (Pa) en el aire.

$$NPS = 20 \text{LOG} \frac{P}{P_0} \text{ dB} \quad (3)$$

Donde:

$NPS$  = Nivel de Presión Sonora

$P$  = Presión acústica instantánea

$P_0$  = Presión acústica de referencia =  $20\mu$  Pa

### 1.6.4 Nivel Sonoro

Se conoce como la intensidad o potencia con la que se emite una onda sonora, realizando la integración de las redes de ponderación A, B, C; es decir es el nivel de presión sonora instantánea medido mediante la red de ponderación en un punto dado.

Se utiliza la escala de ponderación “A” para asemejar la respuesta del oído humano a las frecuencias.

### 1.6.5 Nivel Sonoro Continuo Equivalente

Es la energía media integrada en red de ponderación “A” en un periodo de tiempo.

### 1.6.6 Redes de Ponderación

El ser humano no tiene una respuesta natural a la presión del sonido detectada por lo que la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Una organización de profesionales de organismos gubernamentales o instituciones educativas que participan en la seguridad y los programas de salud. ACGIH desarrolla, recomienda y publica los límites de exposición profesional para las sustancias químicas y agentes químicos TLV (Thershold Limits Values) y la OSHA (Occupational Safety and Health Administration). Su misión es prevenir las lesiones relacionadas con el trabajo, las enfermedades y de lesiones mortales por expedición y aplicación de las normas de seguridad en el trabajo y la salud, han reconocido tres escalas las cuales están proporcionadas como decibeles.

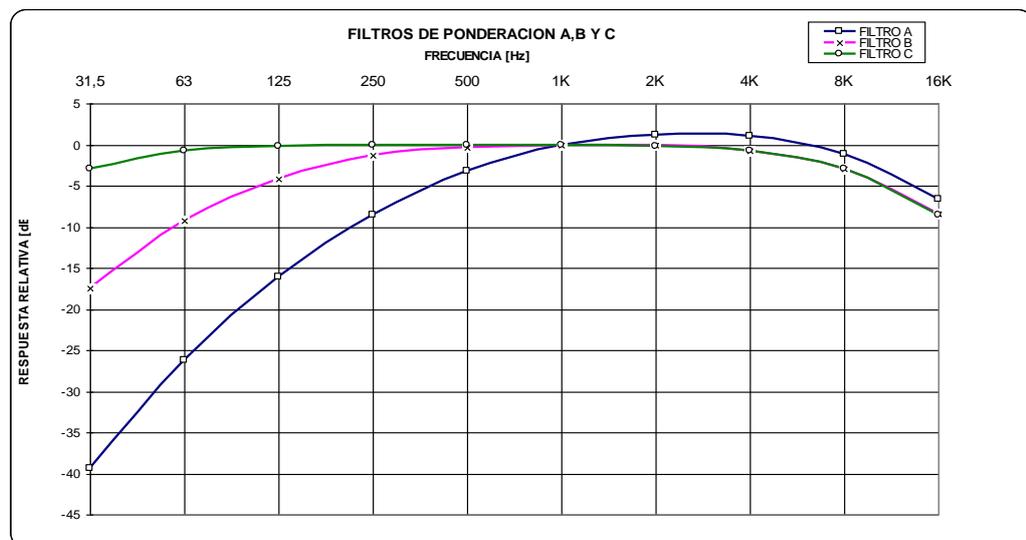


Fig. 1.4 Filtros de ponderación A, B y C

**Red de Ponderación A<sup>13</sup>:** Es la red de ponderación más comúnmente utilizada para la valoración de daño auditivo y claridad de la palabra. Empleada inicialmente para analizar sonidos de baja intensidad.

**Red de Ponderación B:** Fue creada para modelar la respuesta del oído humano a intensidades medias. Sin embargo, en la actualidad es muy poco empleada. De hecho una gran cantidad de sonómetros ya no la contemplan.



**Red de Ponderación C:** En sus orígenes se creó para modelar la respuesta del oído ante sonidos de gran intensidad. En la actualidad, ha ganado prominencia en la evaluación de ruidos en la comunidad, así como en la evaluación de sonidos de baja frecuencia en la banda de frecuencias audibles.

### 1.6.7 Niveles Máximos Permitidos

En la tabla comparativa 1.5 incluye diferentes criterios de exposición máximos permisibles en dB(A) para diferentes periodos de exposición al día.

Cabe mencionar que el criterio que toma la Norma 011-STPS –2001, se aplica actualmente en nuestro país.

**Tabla 1.5 Niveles máximos permitidos<sup>13</sup>**

NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS			
Duración	Criterio: STPS	Criterio: OSHA	Criterio: ACGIH
8 Horas	90 dB(A)	90 dB(A)	85 dB(A)
4Horas	93 dB(A)	95 dB(A)	88 dB(A)
2Horas	96 dB(A)	100 dB(A)	91 dB(A)
1Hora	99 dB(A)	105 dB(A)	94 dB(A)
30 Minutos	102 dB(A)	110 dB (A)	97 dB(A)
15 Minutos	105 dB(A)	115 dB(A)	100 dB(A)

**STPS:** Secretaría del trabajo y previsión social, **OSHA:** Occupational Safety and Health Administration, **ACGIH:** American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

Para niveles de ruido distintos a los indicados en el criterio tomado por la NOM-011-STPT-2001 de la tabla anterior se utiliza la formula siguiente:

$$TMPE = \frac{8}{2^{\frac{NER-90}{3}}} \quad (4)$$

**Donde:**

**TMPE** = Tiempo máximo permisible de exposición

**NER** = Nivel de exposición a ruido



## 1.7 EQUIPOS DE PROTECCIÓN AUDITIVA

Los protectores auditivos personales se pueden definir como barreras acústicas que reducen la cantidad de energía sonora transmitida a través del canal auditivo hasta los receptores del oído interno.

La higiene industrial contempla tres formas para la protección contra ruido:

### 1. Control en las Fuentes

Consiste en emplear y aplicar principios de ingeniería (aislamiento, modificación del proceso, etc.) para reducir los niveles de ruido generados por las máquinas y herramientas.

### 2. Control en el Medio Ambiente

Consiste en la reducción de los niveles de ruido mediante el uso de materiales absorbentes en las paredes así como paneles y mamparas en techos, en los casos de equipos muy ruidosos estos se confinan parcial o totalmente.

### 3. Control en el Hombre

Consiste en proporcionar equipo de protección personal a los trabajadores con el objeto de atenuar el nivel de ruido que percibe el oído, el uso de estos equipos generalmente es económico, sencillo y sistemático, cabe aclarar que existen distintos tipos y cada uno tiene cierto nivel de atenuación que se debe de considerar al calcular el valor del NSCE (Nivel Sonoro Continuo Equivalente).

Los equipos de protección se fabrican en distintas formas y con materiales hipoalergénicos y que no causan daños a la salud de los usuarios pero es indispensable tener higiene y cuidado en su uso para garantizar su efectividad.

- ❖ **Tapones Auditivos:** Están diseñados para que se ajusten en la parte externa del conducto auditivo y permanecer en su posición sin ningún dispositivo de fijación externo, están elaborados con espuma y plásticos especiales que se expanden una vez introducidos en el canal auditivo; presentan buenas características de atenuación para las altas y bajas frecuencias además no impiden el uso de gafas, caretas, cascos, mascarillas, etc.



Fig. 1.5 Con cordón y desechable



Fig. 1.6 Con cordón y reutilizable



Fig. 1.7 Con diadema y reutilizables

- ❖ **Conchas Auditivas:** Son dos conchas acojinadas diseñadas para que cubran el pabellón externo de los oídos y permanecen en su posición por medio de una diadema, están elaboradas de materiales ligeros, para asegurar su confort y ajuste alrededor del oído, las conchas se recubren con polímeros o con un cilindro corvado lleno de líquidos altamente viscosos, estos recubrimientos amortiguan las vibraciones, presentan buenas características de atenuación pero interfieren con el uso de protectores de la cara, cabeza y ojos.



Fig. 1.8 Concha auditiva



Fig. 1.9 Concha auditiva

- ❖ **Casco Antirruído:** Están diseñados para proteger la cabeza contra impactos y a su vez los oídos, están elaborados con materiales plásticos, prácticamente es una mezcla de casco y concha auditiva sólo con la variante que tiene dos funciones.



**Fig. 1.10 Casco antirruído**

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO LEGAL**



## 2.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Constitución.- ley fundamental, escrita de un Estado soberano, establecida o aceptada como guía para su gobernación. La constitución fija los límites y define las relaciones entre los poderes legislativo, ejecutivo y judicial del Estado, estableciendo así las bases para su gobierno. También garantiza al pueblo determinados derechos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 es la constitución vigente en México. Fue promulgada por el Congreso Constituyente el 5 de febrero de 1917, en la ciudad de Querétaro, habiendo sido convocado por el Primer Jefe del Ejército Constitucionalista, encargado del Poder Ejecutivo, don Venustiano Carranza en cumplimiento del mandato establecido en el Plan de Guadalupe. Su texto es la consagración de muchos postulados sociales de la Revolución Mexicana.

La Constitución Política Mexicana se compone de nueve Títulos, **el sexto** trata del Trabajo y de la Previsión Social.

Tabla 2.1 Estructura de la Constitución<sup>14</sup>

<b>TITULO PRIMERO</b>	(De los Gobernados)
<u>Capítulo Primero.-</u>	De las Garantías Individuales (Artículos 1 – 29)
<u>Capítulo Segundo.-</u>	De los Mexicanos (Artículos 30 - 32)
<u>Capítulo Tercero.-</u>	De los Extranjeros (Artículo 33)
<u>Capítulo Cuarto.-</u>	De los Ciudadanos Mexicanos (Artículos 34 - 38)
<b>TITULO SEGUNDO</b>	(De la Soberanía Nacional y Forma de Gobierno)
<u>Capítulo Primero.-</u>	De la Soberanía Nacional y de la Forma de Gobierno (Arts 39 - 41)
<u>Capítulo Segundo.-</u>	De las partes Integrantes de la Federación y del Territorio (Artículos 42 - 48)
<b>TITULO TERCERO</b>	(Del Ejercicio del Gobierno)
<u>Capítulo Primero.-</u>	De la División de Poderes (Artículo 49)
<u>Capítulo Segundo.-</u>	Del Poder Legislativo (Artículos 50 –79)
<u>Capítulo Tercero.-</u>	Del Poder Ejecutivo (Artículos 80 - 93)
<u>Capítulo Cuarto.-</u>	Del Poder Judicial (Artículos 94 - 107)
<b>TITULO CUARTO</b>	(De las Responsabilidades de los Servidores Públicos) (Artículos 108 - 114)
<b>TITULO QUINTO</b>	(De los Estados de la Federación y del Distrito Federal) (Artículos 115 -122)
<b>TITULO SEXTO</b>	(Del Trabajo y de la Previsión Social) (Artículo 123)
<b>TITULO SEPTIMO</b>	(Previsiones Generales) (Artículos 124 – 134)
<b>TITULO OCTAVO</b>	(De las Reformas a la Constitución) (Artículo 135)
<b>TITULO NOVENO</b>	(De la Inviolabilidad de la Constitución) (Artículo 136)
<b>TRANSITORIOS</b>	

Art. 123.- Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social para el trabajo, conforme a la Ley.

Fracción XIV.- Los empresarios serán responsables de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores, sufridos con motivo o en ejercicio



de la profesión o trabajo que ejecuten; por lo tanto, los patrones deberán pagar la indemnización correspondiente, según que haya traído como consecuencia la muerte, o simplemente incapacidad temporal o permanente para trabajar. De acuerdo con lo que las leyes determinen. Esta responsabilidad subsistirá aun en el caso de que el patrón contrate al trabajador por un intermediario.

## **2.2 LEY FEDERAL DEL TRABAJO**

Conjunto de reglas que regulan las relaciones obrero patronales, también conocida como la Ley Reglamentaria del artículo 123 Constitucional de donde provienen las garantías que tiene un obrero en México, se crea en 1931.

**ARTICULO 1o.-**La presente ley es de observancia general en toda la República y rige las relaciones de trabajo comprendidas en el artículo 123, apartado A de la Constitución.

**ARTICULO 2o.-** Las normas de trabajo tienden a conseguir el equilibrio y la justicia social en las relaciones entre trabajadores y patrones.

**ARTICULO 3o.-** El trabajo es un derecho y un deber social. No es artículo de comercio, exige respeto para las libertades y dignidad de quien lo presta y debe efectuarse en condiciones que aseguren la vida, la salud y un nivel económico decoroso para el trabajador y su familia.

No podrán establecerse distinciones entre los trabajadores por motivo de raza, sexo, edad, credo religioso, doctrina política o condición social.

Asimismo, es de interés social promover y vigilar la capacitación y el adiestramiento de los trabajadores.

**Tabla 2.2 Estructura de la Ley Federal del Trabajo**

TÍTULO PRIMERO	PRINCIPIOS GENERALES
TÍTULO SEGUNDO	RELACIONES INDIVIDUALES DE TRABAJO
TÍTULO TERCERO	CONDICIONES DE TRABAJO
TÍTULO CUARTO	DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES Y LOS PATRONES
TÍTULO QUINTO	TRABAJO DE MUJERES
TÍTULO QUINTO-BIS	TRABAJO DE LOS MENORES
TÍTULO SEXTO	TRABAJOS ESPECIALES
TÍTULO SÉPTIMO	RELACIONES COLECTIVAS DE TRABAJO
TÍTULO OCTAVO	HUELGAS
TÍTULO NOVENO	RIESGOS DE TRABAJO Art. 473 al Art. 510

### 2.2.1 Título Noveno “Riesgos de Trabajo”

A partir del artículo 473 y hasta el 510 de la Ley Federal del trabajo se habla sobre los riesgos de trabajo, para efecto de este trabajo se mencionan a continuación los artículos relacionados al mismo:

**Artículo 473.-** Riesgos de trabajos son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

**Artículo 474.-** Accidente de trabajo es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sea el lugar y el tiempo en que se preste.

Quedan incluidos en la definición anterior los accidentes que se produzcan al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar del trabajo y de éste a aquél.

**Artículo 475.-** Enfermedad de trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continua de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

### 2.3 REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

Se crea a la par con la ley federal de trabajo y tiene por objeto establecer las medidas necesarias de prevención de los accidentes y enfermedades de trabajo, tendientes a lograr que la prestación del trabajo se desarrolle en condiciones de seguridad, higiene y medio ambiente adecuados para los trabajadores, conforme a lo dispuesto en la Ley Federal del Trabajo y los Tratados Internacionales celebrados y ratificados por los



Estados Unidos Mexicanos en dichas materias.

**ARTICULO 1º.** El presente Reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y sus disposiciones son de orden público e interés social, y tiene por objeto establecer las medidas necesarias de prevención de los accidentes y enfermedades de trabajo, destinado a lograr que la prestación del trabajo se desarrolle en condiciones de seguridad, higiene y medio ambiente adecuados para los trabajadores, conforme a lo dispuesto en la Ley Federal del Trabajo y los Tratados Internacionales celebrados y ratificados por los Estados Unidos Mexicanos en dichas materias.

### **Enfermedades profesionales**

Son aquellas en las que se contrae en el lugar de trabajo. Las que se propician en un lugar de trabajo ejemplo: un minero una enfermedad de pulmones, un maestro la voz, etc.

Incapacidad: es la licencia autorizada por un medico dando al patrón la información de que el trabajador no puede laborar por alguna enfermedad, (**IMSS, ISSSTE, INSEMYN**).

- Investigación de accidentes: De acuerdo con las definiciones dadas, la única diferencia entre un accidente y un incidente, consiste en los efectos que producen, sin embargo las causas que se desencadenan en un accidente de tal forma que para fines prácticos aquí no se hace distinción entre ambos términos. La investigación de accidentes consiste en efectuar un estudio de lo ocurrido y reconstruir los hechos lo mas apegado a la realidad posible para así establecer sus causas, y con base en ello, adoptar las medidas que puedan corregir o evitar que no se vuelvan a presentar accidentes similares.

- ¿Cómo prevenir los accidentes?

Los accidentes se pueden prever al adiestrar al personal y capacitar (obreros, técnicos, y profesionales en general.)

### **2.3.1 Estructura del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo (RFSHMAT)**

#### **TITULO PRIMERO**

#### **DISPOSICIONES GENERALES Y OBLIGACIONES DE LOS PATRONES Y TRABAJADORES**

**CAPITULO PRIMERO.- Abarca de los artículos 1o. al 16 y establece:**

❖ El ámbito de acción de la ley.



- ❖ Definiciones.
- ❖ La autoridad de la STPS.
- ❖ La obligación de la STPS de elaborar NOM's.
- ❖ La necesidad de la STPS de realizar estudios de riesgos.
- ❖ La reforma y simplificación administrativa.
- ❖ La existencia de Unidades de Verificación y la autogestión.

**ARTICULOS 13 AL15.- Establecen las obligaciones para el Patrón de:**

- ❖ A adoptar las medidas de seguridad e higiene pertinentes.
- ❖ A elaborar e implementar programas de prevención de emergencias para evitar daños ambientales.
- ❖ Tiene la responsabilidad de que se practiquen los exámenes médicos necesarios a los trabajadores.
- ❖ A informar a los trabajadores sobre los riesgos a que están expuestos.

**ARTÍCULO 17.- Son obligaciones de los patrones:**

- I.- Cumplir con este Reglamento y las NOM's.
- II.- Contar con las autorizaciones y cumplir el Reglamento Interior de Trabajo.
- III.- Efectuar estudios de seguridad e higiene.
- IV.- Determinar y conservar por abajo de los límites máximos permisibles a los factores del ambiente de trabajo.
- V.- Colocar avisos de seguridad e higiene en los centros de Trabajo.
- VI.- Elaborar el programa de seguridad e higiene y los programas y manuales específicos.
- VII.- Capacitar y adiestrar a los trabajadores sobre la prevención de riesgos y atención de emergencias.
- VIII.- Permitir la inspección de la STPS.
- IX.- Presentar a la STPS los dictámenes de Unidad Verificadora.
- X.- Proporcionar los servicios preventivos de medicina del trabajo.
- XI.- Instalar y mantener funcionando los dispositivos permanentes para casos de emergencias.
- XII.- Dar aviso a la STPS de los accidentes de trabajo.
- XIII.- Participar en la integración y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.
- XIV.- Promover que en el Reglamento Interior de Trabajo se establezcan las disposiciones de seguridad.

**ARTÍCULO 18.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES**

- I.- Observar las medidas preventivas de seguridad e higiene.
- II.- Participar en la integración de las comisiones de seguridad.
- III.- Dar aviso inmediato de los actos y condiciones inseguras que observen.
- IV.- Participar en los cursos de capacitación.



V.- Evitar riesgos.

VI.- Someterse a los exámenes médicos.

VII.- Utilizar el equipo de protección personal.

- ❖ EDIFICIOS Y LOCALES (Artículos 19 al 25)
- ❖ PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS (Artículos 26 al 28)
- ❖ RECIPIENTES A PRESIÓN Y GENERADORES DE VAPOR (Artículos 29 al 34)
- ❖ OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO (Artículos del 35 al 39)
- ❖ EQUIPOS DE SOLDAR Y CORTAR (Artículos 40 al 46)
- ❖ INSTALACIONES ELÉCTRICAS (Artículos 47 al 51)
- ❖ HERRAMIENTAS (Artículos 52 y 53)
- ❖ MANEJO DE MATERIALES EN GENERAL Y MATERIALES PELIGROSOS (Artículos del 54 al 75)
- ❖ HIGIENE INDUSTRIAL RUIDO Y VIBRACIONES (Artículos 76 al 78)

A continuación se mencionan los artículos relacionados con la exposición a ruido del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo

**ARTÍCULO 76.** En los centros de trabajo en donde por los procesos y operaciones se generen ruido y vibraciones, que por sus características, niveles y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, el patrón deberá elaborar el programa de seguridad e higiene, conforme a las Normas aplicables.

**ARTÍCULO 77.** El patrón es el responsable de instrumentar en los centros de trabajo los controles necesarios en las fuentes de emisión, para no exceder los niveles máximos permisibles del nivel sonoro continuo equivalente y de vibraciones, de acuerdo a las Normas respectivas.

**ARTÍCULO 78.** Será responsabilidad del patrón que se practiquen los exámenes médicos específicos a los trabajadores expuestos a ruido o vibraciones y adoptar las medidas pertinentes para proteger su salud, en los términos y condiciones que señalen las Normas correspondientes.

- ❖ RADIACIONES IONIZANTES Y NO IONIZANTES (Artículos 79 al 81)
- ❖ FACTORES QUÍMICOS (Artículos 82 al 84)
- ❖ FACTORES BIOLÓGICOS (Artículos 85 al 89)
- ❖ PRESIONES AMBIENTALES ANORMALES (Artículos 90 al 92)
- ❖ CONDICIONES TÉRMICAS (Artículos 93 y 94)
- ❖ ILUMINACIÓN (Artículos 95 al 98)
- ❖ VENTILACIÓN (Artículos 99 y 100)
- ❖ EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (Artículo 101)
- ❖ ERGONOMÍA (Artículo 102)



- ❖ SERVICIOS PARA EL PERSONAL (Artículos 103 al 106)
- ❖ ORDEN Y LIMPIEZA (Artículos 107 al 110)
- ❖ COMISIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE (Artículos 123 al 126)
- ❖ AVISOS Y ESTADISTICAS DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES (Artículos 127 al 129)
- ❖ PROGRAMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE (Artículos 130 al 134)
- ❖ CAPACITACION (Artículos 135 al 141)
- ❖ SERVICIOS PREVENTIVOS DE MEDICINA DEL TRABAJO (Artículos 142 al 149)
- ❖ SERVICIOS PREVENTIVOS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (Artículos 150 al 152)
- ❖ TRABAJO DE MUJERES (Artículos 153 al 157)
- ❖ TRABAJO DE MENORES (Artículos 158 al 160)

## 2.4 NORMA OFICIAL MEXICANA 011 DE LA STPS

### 1. Objetivo

Establecer las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores; los niveles máximos y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, su correlación y la implementación de un programa de conservación de la audición.

### 2. Campo de aplicación

Esta Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo en los que exista exposición del trabajador a ruido.

### 3. Referencias

Para la correcta interpretación de esta Norma deben consultarse las siguientes normas oficiales mexicanas vigentes:

- NOM-017-STPS-1993, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-1998, Colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

### 4. Definiciones, magnitudes, abreviaturas y unidades

#### Definiciones

Para efectos de esta Norma, se establecen las siguientes definiciones:

**Audiómetro:** Es un generador electroacústico de sonidos, utilizado para determinar el umbral de audición de la persona bajo evaluación.

**Autoridad del trabajo;**

**autoridad laboral:** Las unidades administrativas competentes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, que realicen funciones de inspección en materia de seguridad e higiene en el trabajo y las correspondientes de las entidades federativas y del Distrito Federal, que actúen en auxilio de aquéllas.

**Banda de octava:** Es el intervalo de frecuencia del espectro acústico donde el límite superior del intervalo es el doble del límite inferior, agrupado en un filtro electrónico normalizado, cuya frecuencia central denomina la banda.

**Calibrador acústico normalizado;**

**calibrador acústico:** Es un instrumento utilizado para verificar, en el lugar de la medición, la exactitud de la respuesta acústica de los instrumentos de medición acústica, y que satisface las especificaciones de alguna norma de referencia declarada por el fabricante.

**Condiciones normales**

**de operación:** Es la situación en que se realizan las actividades y que representan una jornada laboral típica en cada centro de trabajo.

**Decibel:** Es una unidad de relación entre dos cantidades utilizada en acústica, y que se caracteriza por el empleo de una escala logarítmica de base 10. Se expresa en dB.

**Diagnóstico**

**anatomo-funcional:** Es un diagnóstico médico basado en el análisis de las características anatómicas y funcionales del trabajador derivadas de una enfermedad.

**Diagnóstico**

**etiológico:** Es el diagnóstico médico que establece las causas de una enfermedad.

**Diagnóstico**

**nosológico:** Es el diagnóstico médico basado en los signos y síntomas manifestados por el enfermo.

**Espectro**

**acústico:** Es la representación del nivel de presión acústica de los componentes en frecuencia de un sonido complejo, que puede medirse en bandas de octava u otras representaciones de filtros normalizados. Se expresa en dB, ya sea por banda de octava, total o de la representación seleccionada.

**Exposición a**

**ruido:** Es la interrelación del agente físico ruido y el trabajador en el ambiente laboral.

**Frecuencia:** Es el número de ciclos por unidad de tiempo. Su unidad es el Hertz (Hz).



## Medidas

**administrativas:** Manera de cumplir con los límites máximos permisibles de exposición, modificando el tiempo y frecuencia de permanencia del trabajador en cada zona de exposición.

### Medidor personal de exposición a ruido normalizado; medidor personal de exposición

**a ruido:** Instrumento que integra una función del nivel de presión acústica durante un periodo de medición establecido, el cual puede ser hasta de 8 horas, y que satisface las especificaciones de alguna norma de referencia declarada por el fabricante.

## Medio

**sistematizado:** Es un método o procedimiento empleado para estructurar y organizar la información registrada a través de un ordenador y procesador de información electrónico.

## Monitoreo de

**efecto a la salud:** Es la medida y evaluación de daño a la salud, debido a la exposición a ruido en tejidos y órganos.

**Nivel:** Es el logaritmo de la razón de dos cantidades del mismo tipo, siendo la del denominador usada como referencia. Se expresa en dB.

## Nivel de exposición

**a ruido (NER):** Es el nivel sonoro "A" promedio referido a una exposición de 8 horas.

## Nivel de presión

**acústica (NPA):** Es igual a 20 veces el logaritmo decimal de la relación entre una presión acústica instantánea y una presión acústica de referencia determinada, según se expresa en la siguiente ecuación:

$$NPA = 20 \log_{10} \frac{p}{p_0} \quad (5)$$

### Donde:

$p$  es la presión acústica instantánea

$p_0$  es la presión acústica de referencia = 20  $\mu$ Pa

## Nivel de ruido efectivo en ponderación A

**(NRE):** Es el valor de ruido no atenuado por el equipo de protección auditiva.

**Nivel sonoro "A"**

**(NSA):** Es el nivel de presión acústica instantánea medido con la red de ponderación "A" de un sonómetro normalizado.

**Nivel sonoro continuo equivalente "A"**

**(NSCE<sub>A,T</sub>):** Es la energía media integrada a través de la red de ponderación "A" a lo largo del periodo de medición, según se expresa en la siguiente ecuación:

$$NSCE_{A,T} = 10 \log \left[ \left( \frac{1}{t_2 - t_1} \right) \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_a^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad (6)$$

**Donde:**

$p_A$  es la presión acústica "A" instantánea

$p_0$  es la presión acústica de referencia = 20  $\mu$ Pa

$T$  es el tiempo total de medición =  $t_2 - t_1$

$t_1$  es el tiempo inicial de medición

$t_2$  es el tiempo final de medición

NOTA: cuando  $T$  es igual a 8 horas, el  $NSCE_{A,T}$  es igual al NER.

**Nivel sonoro**

**criterio:** Es el  $NSA$  de 90 dB(A) para una jornada laboral de 8 horas.

**Observador:** Es la persona que efectúa la medición de los niveles de ruido:  $NSA$ ,  $NSCE_{A,T}$ ,  $NPA$  y registra su magnitud.

**Pantalla contra**

**viento:** Es un accesorio que se adapta sobre el micrófono del equipo de medición de ruido, para minimizar las variaciones en la medición causadas por la incidencia del viento sobre el micrófono.

**Periodo de**

**observación:** Es el tiempo durante el cual el observador mide los niveles de ruido.

**Porcentaje de**

**dosis (D):** Número que proporciona el medidor personal de exposición a ruido y que resulta de la integración de los niveles sonoros "A", durante el periodo de medición  $T$ .

**Presión acústica**

**de referencia:** Es el valor de la medición de ruido en aire, que equivale a 20  $\mu$ Pa.

**Puesto fijo**

**de trabajo:** Es el lugar específico en que el trabajador realiza un conjunto de actividades durante un tiempo, de tal manera que el trabajador permanece relativamente estacionario en relación a su lugar de trabajo.

**Reconocimiento:** Es la actividad previa a la evaluación, cuyo objetivo es recabar información confiable que permita determinar el método de evaluación a emplear y jerarquizar las zonas del local de trabajo donde se efectuará la evaluación.

**Redes de**

**ponderación:** Son filtros electrónicos normalizados de corrección en frecuencia, que aproxima su respuesta a los niveles fisiológicos de la curva de audición humana y que están incluidos en el instrumento de medición de sonidos.

**Respuesta**

**dinámica:** Es la velocidad de respuesta normalizada que puede ser elegida en los instrumentos de medición de sonido, para los cambios de presión acústica. Se denomina: Lenta, Rápida, Impulso o Pico.

**Ruido:** Son los sonidos cuyos niveles de presión acústica, en combinación con el tiempo de exposición de los trabajadores a ellos, pueden ser nocivos a la salud del trabajador.

**Ruido estable:** Es aquel que se registra con variaciones en su nivel sonoro "A" dentro de un intervalo de 5 dB(A).

**Ruido impulsivo:** Es aquel ruido inestable que se registra durante un periodo menor a un segundo.

**Ruido inestable:** Es aquel que se registra con variaciones en su nivel sonoro "A" con un intervalo mayor a 5 dB(A).

**Sonido:** Es una vibración acústica capaz de producir una sensación audible.

**Sonómetro normalizado;**

**sonómetro:** Es un instrumento para medir el nivel de presión acústica y que satisface las especificaciones de alguna norma de referencia declarada por el fabricante.

**Sonómetro integrador****normalizado; sonómetro**

**integrador:** Es un instrumento que integra una función del nivel de presión acústica durante el periodo de medición y que satisface las especificaciones de alguna norma de referencia declarada por el fabricante.

**Tasa de**

**intercambio:** Es la razón de cambio del nivel sonoro "A" para conservar la cantidad de energía acústica recibida por un trabajador, cuando la duración de la exposición se duplica o se reduce a la mitad. La razón de cambio es igual a 3 dB(A).



### Tiempo máximo permisible de exposición

**(TMPE):** Es el tiempo bajo el cual la mayoría de los trabajadores pueden permanecer expuestos sin sufrir daños a la salud.

**Tabla 2.3 Magnitudes, abreviaturas y unidades**

MAGNITUD	ABREVIATURA	UNIDAD
Nivel de exposición a ruido	NER	dB (A)
Nivel de presión acústica	NPA	Db
Nivel sonoro "A"	NS <sub>A</sub>	dB (A)
Nivel sonoro continuo equivalente "A"	NSCE <sub>A,T</sub>	dB (A)
Tiempo máximo permisible de exposición	TMPE	horas o minutos

NOTA: dB y dB(A) están referidos a 20 µPa

## 5. Obligaciones del patrón

**5.1.** Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando ésta así se lo solicite, la documentación que la presente Norma le obligue a elaborar o poseer.

**5.2.** Contar con el reconocimiento y evaluación de todas las áreas del centro de trabajo donde haya trabajadores y cuyo NS<sub>A</sub> (Nivel sonoro) sea igual o superior a 80 dB(A), incluyendo sus características y componentes de frecuencia, conforme a lo establecido en los apéndices B y C.

**5.3.** Verificar que ningún trabajador se exponga a niveles de ruido mayores a los límites máximos permisibles de exposición a ruido establecidos en el Apéndice A de dicha norma. En ningún caso, debe haber exposición sin equipo de protección personal auditiva a más de 105 dB(A).

**5.4.** Proporcionar el equipo de protección personal auditiva, de acuerdo a lo establecido en la NOM-017-STPS-1993, a todos los trabajadores expuestos a NS<sub>A</sub> (Nivel sonoro) igual o superior a 85 dB(A).

**5.5.** El programa de conservación de la audición aplica en las áreas del centro de trabajo donde se encuentren trabajadores expuestos a niveles de 85 dB(A) y mayores.

**5.6.** Implantar, conservar y mantener actualizado el programa de conservación de la audición, necesario para el control y prevención de las alteraciones de la salud de los trabajadores, según lo establecido en el capítulo 8 de esta norma.

**5.7.** Vigilar la salud de los trabajadores expuestos a ruido e informar a cada trabajador sus resultados.



**5.8.** Informar a los trabajadores y a la comisión de seguridad e higiene del centro de trabajo, de las posibles alteraciones a la salud por la exposición a ruido, y orientarlos sobre la forma de evitarlas o atenuarlas.

## **6. Obligaciones del trabajador**

**6.1.** Colaborar en los procedimientos de evaluación y observar las medidas del Programa de Conservación de la Audición.

**6.2.** Someterse a los exámenes médicos necesarios de acuerdo al Programa de Conservación de la Audición.

**6.3.** Utilizar el equipo de protección personal auditiva proporcionado por el patrón, de acuerdo a las instrucciones para su uso, mantenimiento, limpieza, cuidado, reemplazo y limitaciones.

## **7. Límites máximos permisibles de exposición a ruido**

**7.1.** Los límites máximos permisibles de exposición a ruido se establecen en el Apéndice A de la norma.

**7.2.** Cálculo para el tiempo de exposición. Cuando el NER en los centros de trabajo, esté entre dos de las magnitudes consignadas en la Tabla A.1, (90 y 105 dB "A"), el tiempo máximo permisible de exposición, se debe calcular con la ecuación siguiente:

$$TMPE = \frac{8}{2^{\frac{NER - 90}{3}}} \quad (7)$$

**7.3.** Cuando el NER sea superior a 105 dB(A) se deben implementar una o más de las medidas de control descritas en el inciso a) del Apartado 8.7.1 de la norma.

## **8. Programa de conservación de la audición**

El programa debe tomar en cuenta la naturaleza del trabajo; las características de las fuentes emisoras (magnitud y componentes de frecuencia del ruido); el tiempo y la frecuencia de exposición de los trabajadores; las posibles alteraciones a la salud, y los métodos generales y específicos de prevención y control.

**8.1.** El programa de conservación de la audición debe incluir los elementos siguientes:

**a)** Evaluación del NSA (Nivel Sonoro) promedio o del NSCEA,T (Nivel Sonoro Continuo Equivalente) y la determinación del NER (Nivel de exposición a Ruido);

**b)** Evaluación del NPA (Nivel de Presión Acústica) en bandas de octava;



- c) Equipo de protección personal auditiva;
- d) Capacitación y adiestramiento;
- e) Vigilancia a la salud;
- f) Control;
- g) Documentación correspondiente a cada uno de los elementos indicados.

**8.2.** Evaluación del  $NS_A$  (Nivel Sonoro) promedio o del  $NSCEA,T$  (Nivel Sonoro Continuo Equivalente) y la determinación del  $NER$  (Nivel de exposición a Ruido). Los requisitos de la evaluación del  $NS_A$  (Nivel Sonoro) promedio o del  $NSCEA,T$  (Nivel Sonoro Continuo Equivalente) deben cumplir con lo establecido en el Apéndice B de la norma y conforme al esquema siguiente:

**8.2.1.** Reconocimiento:

- a) Identificar las áreas y fuentes emisoras, usando durante el recorrido un sonómetro para conocer el  $NS_A$  (Nivel Sonoro) instantáneo;
- b) Identificar a los trabajadores con exposición potencial a ruido;
- c) Seleccionar el método para efectuar la evaluación de la exposición a ruido en las áreas de trabajo;
- d) Determinar la instrumentación de acuerdo al método seleccionado para efectuar la evaluación de la exposición a ruido en las áreas de trabajo.

**8.2.2.** Evaluación:

- a) Emplear los métodos de evaluación e instrumentos de medición establecidos en el Apéndice B;
- b) Determinar los  $NER$  (Nivel de exposición a Ruido), aplicando cualquiera de los métodos establecidos en el Apéndice B;
- c) Asentar los resultados en la documentación del programa de conservación de la audición;
- d) Cuando las exposiciones a ruido iguallen o excedan el  $NER$  (Nivel de exposición a Ruido) de 80 dB(A), el reconocimiento y evaluación del  $NER$  (Nivel de exposición a Ruido) se repetirá cada dos años o dentro de los noventa días posteriores a un cambio de producción, procesos, equipos, controles u otros cambios, que puedan ocasionar variaciones en los resultados del estudio anterior.

**8.3.** Evaluación del  $NPA$  (Nivel de Presión Acústica) en bandas de octava.

**8.3.1.** La evaluación de los  $NPA$  (Nivel de Presión Acústica) debe cumplir con lo establecido en el Apéndice C de la norma y conforme al esquema siguiente:



**8.3.1.1.** Reconocimiento: identificar las áreas con  $NS_A$  (Nivel Sonoro) mayor o igual a 80 dB(A) y en donde la exposición a ruido de los trabajadores sea representativa.

**8.3.1.2.** Evaluación:

- a) Emplear los métodos de evaluación e instrumentos de medición señalados en el Apéndice C;
- b) Cuantificar los NPA (Nivel de Presión Acústica) y asentar los resultados en la documentación del programa;
- c) El reconocimiento y evaluación de los NPA (Nivel de Presión Acústica) se repetirá cada dos años o dentro de los noventa días posteriores a un cambio de producción, procesos, equipos, controles u otros cambios, que puedan ocasionar variaciones en los resultados del estudio.

**8.4.** Equipo de protección personal auditiva.

**8.4.1.** Cuando se utilice equipo de protección personal auditiva, se debe considerar el factor de reducción R o nivel de ruido efectivo en ponderación A (NRE) que proporcione dicho equipo, mismo que debe contar con la debida certificación. En caso de no existir un organismo de certificación el fabricante o proveedor debe expedir la garantía del equipo de protección personal estableciendo el nivel de atenuación de ruido.

**8.5.** Capacitación y adiestramiento.

**8.5.1.** Los trabajadores expuestos a NER (Nivel de exposición a Ruido) iguales o superiores a 80 dB(A) deben ser instruidos respecto a las medidas de control, mediante un programa de capacitación acerca de los efectos a la salud, niveles máximos permisibles de exposición, medidas de protección y de exámenes audiométricos y sitios de trabajo que presenten condiciones críticas de exposición.

**8.5.2.** La información proporcionada en el programa de capacitación debe ser actualizada, incluyendo prácticas de trabajo y del uso, cuidado, mantenimiento, limpieza, reemplazo y limitaciones de los equipos de protección auditiva.

**8.6.** Vigilancia a la salud.

El patrón debe llevar a cabo exámenes médicos anuales específicos a cada trabajador expuesto a niveles de ruido de 85 dB(A) y mayores, según lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que al respecto emita la Secretaría de Salud y observar las medidas que en esas normas se establezcan. En caso de no existir normatividad de la Secretaría de Salud, el médico de empresa determinará el tipo de exámenes médicos que se realizarán, su periodicidad y las medidas a aplicar, tomando en cuenta la susceptibilidad del trabajador. Se podrá usar la Guía de Referencia I de la norma, no obligatoria.

**8.7.** Control.

**8.7.1.** Cuando el NER (Nivel de exposición a Ruido) supere los límites máximos permisibles de exposición establecidos en la Tabla A.1, se deben aplicar una o varias



de las medidas de control siguientes, para mantener la exposición dentro de lo permisible:

- a) medidas técnicas de control, consistentes en:
  - 1) efectuar labores de mantenimiento preventivo y correctivo de las fuentes generadoras de ruido;
  - 2) sustitución o modificación de equipos o procesos;
  - 3) reducción de las fuerzas generadoras del ruido;
  - 4) modificar los componentes de frecuencia con mayor posibilidad de daño a la salud de los trabajadores;
  - 5) distribución planificada y adecuada, del equipo en la planta;
  - 6) acondicionamiento acústico de las superficies interiores de los recintos;
  - 7) instalación de cabinas, envolventes o barreras totales o parciales, interpuestas entre las fuentes sonoras y los receptores;
  - 8) tratamiento de las trayectorias de propagación del ruido y de las vibraciones, por aislamientos de las máquinas y elementos;
- b) Implementar medidas administrativas de control, como:
  - 1) manejo de los tiempos de exposición;
  - 2) programación de la producción;
  - 3) otros métodos administrativos.

**8.7.2.** Las medidas de control que se adopten deben de estar sustentadas por escrito, en un análisis técnico para su implementación, así como en una evaluación que se practique dentro de los 30 días posteriores a su aplicación, para verificar su efectividad.

**8.7.3.** Se debe tener especial cuidado de que las medidas de control que se adopten no produzcan nuevos riesgos a los trabajadores.

**8.7.4.** En la entrada de las áreas donde los NSA (Nivel Sonoro) sean iguales o superiores a 85 dB(A), deben colocarse señalamientos de uso obligatorio de equipo de protección personal auditiva, según lo establecido en la NOM-026-STPS-1998.

**8.8.** Documentación del programa de conservación de la audición.

**8.8.1.** El patrón debe conservar la documentación del programa de conservación de la audición, con la información registrada durante los últimos 5 años.

**8.8.2.** El patrón debe elaborar un cronograma de actividades para el desarrollo de la implementación del programa de conservación de la audición.

**8.8.3.** La documentación del programa de conservación de la audición debe contener los siguientes registros:



- a) los estudios de reconocimiento, evaluación y determinación de los NS<sub>A</sub> (Nivel Sonoro), NSCE<sub>A,T</sub> (Nivel Sonoro Continuo Equivalente), NER (Nivel de Exposición a Ruido) y NPA (Nivel de Presión Acústica), conforme a lo establecido en los apartados B.7 y C.7 de la NOM-011-STPS-2001 ;
- b) equipo de protección auditiva, conforme a lo señalado en el Apartado 8.4.3;
- c) programa de capacitación y adiestramiento, según lo establecido en el Apartado 8.5;
- d) vigilancia a la salud conforme al Apartado 8.6;
- e) medidas técnicas y administrativas de control adoptadas, incluyendo los estudios solicitados en el Apartado 8.7.2;
- f) conclusiones;
- g) los documentos que amparen el cumplimiento de los apartados 5.2 y 5.7.

## APENDICE “A” DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA 011 DE LA STPS

### LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE EXPOSICION

Este Apéndice establece los límites máximos permisibles de exposición de los trabajadores a ruido estable, inestable o impulsivo durante el ejercicio de sus labores, en una jornada laboral de 8 horas, según se enuncia en la Tabla A.1.

**Tabla A.1 Límites Máximos Permisibles de Exposición**

<b>NER</b> (Nivel de Exposición a Ruido)	<b>TMPE</b> (Tiempo Máximo Permissible de Exposición)
90 dB(A)	8 HORAS
93 dB(A)	4 HORAS
96 dB(A)	2 HORAS
99 dB(A)	1 HORA
102 dB(A)	30 MINUTOS
105 dB(A)	15 MINUTOS



## APENDICE B DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA 011 DE LA STPS

### DETERMINACION DEL NER

#### B.1. Introducción

Este Apéndice establece los métodos para evaluar el NSA (Nivel Sonoro), el NSCEA,T (Nivel Sonoro Continuo Equivalente) y determinar el NER (Nivel de Exposición a Ruido).

#### B.2. Instrumentación y accesorios

- a) Debe utilizarse alguno de los instrumentos siguientes:
  - 1) Sonómetro clase 1 o clase 2;
  - 2) Sonómetro integrador clase 1 o clase 2;
  - 3) Medidor personal de exposición a ruido clase 1 o clase 2.
- b) Para la calibración en campo de la instrumentación se debe de utilizar un calibrador acústico;
- c) Para efectuar la medición se debe de contar con los elementos siguientes:
  - 1) Trípode de soporte para el sonómetro, sonómetro integrador o micrófono;
  - 2) Reloj o cronómetro, externo o integrado al instrumento;
  - 3) Medidor de longitud;
  - 4) Pantalla contra viento;
  - 5) Los formatos de registro correspondientes.

#### B.3. Calibración de la instrumentación

##### B.3.1. Calibración en laboratorio de calibración acreditado.

Se debe de verificar periódicamente la calibración de la instrumentación por un laboratorio de calibración acreditado, y contar con el documento que avale dicha calibración, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

#### B.4. Reconocimiento

Esta actividad debe realizarse previamente a la evaluación y consiste en recabar toda aquella información técnica y administrativa que permita seleccionar el método de



evaluación y la prioridad de las zonas y puestos por evaluar. Esta información debe comprender:

- a) Planos de distribución de las áreas en que exista ruido y de la maquinaria y equipo generadores de ruido;
- b) Descripción del proceso de fabricación;
- c) Descripción de los puestos de trabajo expuestos a ruidos;
- d) Programas de mantenimiento de maquinaria y equipo generadores de ruidos;
- e) Registros de producción;
- f) Número de trabajadores expuestos a ruidos por área y por proceso de fabricación, incluyendo el tiempo de exposición;
- g) Reporte del reconocimiento sensorial de las zonas por evaluar, con el objeto de determinar las características del ruido (estable, inestable o impulsivo).

## **B.5. Condiciones para la evaluación**

**B.5.1.** La evaluación de los  $NS_A$  (Nivel Sonoro) o  $NSCE_{A,T}$  (Nivel Sonoro Continuo Equivalente), debe realizarse bajo condiciones normales de operación.

**B.5.2.** La evaluación debe realizarse como mínimo durante una jornada laboral de 8 horas y en aquella jornada que, bajo condiciones normales de operación, presente la mayor emisión de ruido.

**B.5.3.** Si la evaluación dura más de una jornada laboral, en todas las jornadas en que se realice se deben conservar las condiciones normales de operación.

**B.5.4.** Se debe usar pantalla contra viento en el micrófono de los instrumentos de medición, durante todo el tiempo que dure la evaluación.

## **B.6. Métodos de evaluación**

**B.6.1.** Métodos de evaluación ambiental.

**B.6.1.1.** Puntos de medición.

**B.6.1.1.1.** Los puntos de medición deben seleccionarse de tal manera que describan el entorno ambiental de manera confiable, determinando su número, entre otros factores, por la ubicación de los puestos de trabajo o posiciones de control de la maquinaria y equipo del local de trabajo, el proceso de producción y las facilidades para su ubicación.



**B.6.1.1.2.** Todos los puntos de medición de una zona de evaluación deben identificarse con un número progresivo y registrar su posición en el plano correspondiente, según lo establecido en el inciso a) del Apartado B.4.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA**  
**DE EVALUACIÓN**



### 3.1 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA

De acuerdo con la Norma 11-STPS-2001 hay que realizar un reconocimiento inicial previo a la evaluación y consiste en recabar toda la información técnica y administrativa que permita seleccionar el método a emplear y la prioridad de las zonas y puestos a evaluar. Esta información debe comprender:

- ❖ Planos de distribución de las áreas, maquinaria y equipos.
- ❖ Descripción del proceso de fabricación.
- ❖ Programas de mantenimiento de maquinaria y equipo.
- ❖ Registros de Producción.
- ❖ Número de Trabajadores expuestos por área y por proceso de fabricación.
- ❖ Reconocimiento sensorial de las zonas a evaluar, con el objeto de determinar las características del ruido (estable, inestable o impulsivo).

En este recorrido sensorial se deben tomar lecturas por medio de un sonómetro en una trayectoria previamente determinada.

En esta etapa es muy útil realizar anotaciones en una copia del plano o Layout de la planta o en un esquema cuadrículado.

#### 3.1.1 Método de evaluación

##### Puntos de medición

Los puntos de medición deben seleccionarse de tal manera que describan el entorno ambiental de manera confiable, determinando su número, entre otros factores, por la ubicación de los puestos de trabajo o posiciones de control de la maquinaria y equipo del local de trabajo, el proceso de producción y las facilidades para su ubicación.

Todos los puntos de medición de una zona de evaluación deben identificarse con un número progresivo y registrar su posición en el plano correspondiente.

#### 3.1.2. Ubicación

Los puntos de medición se determinan en función de las características físicas y acústicas de cada local de trabajo, seleccionando el método conforme se indica en la tabla 3.1.



Tabla 3.1 Métodos de Evaluación de Ruido NOM-011-STPS-2001

	METODOS DE EVALUACION		
	GRADIENTE DE PRESION SONORA	PRIORIDAD DE AREAS DE EVALUACION	PUESTO FIJO DE TRABAJO
<b>RUIDO ESTABLE</b>	SI	SI	SI
<b>RUIDO INESTABLE</b>	NO	SI	SI
<b>RUIDO IMPULSIVO</b>	NO	SI	SI

La medición debe hacerse en función de las características del local de trabajo y de la distribución espacial del campo sonoro, pero siempre debe garantizarse que se ha cubierto toda la zona de trabajo.

En el caso objeto de estudio de acuerdo al reconocimiento se determinó que en este tipo de empresa se pueden presentar tanto el ruido estable, inestable e impulsivo por lo que se decidió tomar la mayor cantidad de lecturas en tiempos mas cortos para que los resultados sean lo más apegados a lo real, tomando en cuenta lo recomendado en la norma se tomaron lecturas de forma personal (puesto fijo de trabajo) y por área.

El equipo utilizado para el estudio es un Sonómetro tipo 2 con integrador, a continuación se presentan algunos equipo de esta naturaleza y sus características.

### 3.2 EQUIPOS DE MEDICIÓN

Para realizar el análisis de ruido, se debe conocer principalmente el nivel total del ruido y su espectro de frecuencias, para medir el nivel total del ruido se utiliza el sonómetro y el dosímetro es útil para conocer la dosis de exposición con respecto al tiempo. El espectro de las frecuencias se logra por el análisis del fenómeno sonoro, con ayuda de filtros eléctricos que solo dejan pasar las frecuencias comprendidas en una zona estrechamente delimitada.

Los filtros utilizados son los de octava y los de tercio de octava.



Fig. 3.1 Equipos de Medición sonómetro

### 3.2.1 Sonómetro

Es un instrumento electrónico capaz de medir el nivel de presión acústica expresado en decibeles y en referencia a un valor de  $2 \times 10^{-5}$  Pa; su utilidad principal radica en medir el nivel de ruido con redes de ponderación A, B y C.

En esencia consta de un micrófono, un procesador de señales y una unidad de lectura.

El funcionamiento del sonómetro consiste en un micrófono de medición que convierte la señal sonora en una señal eléctrica equivalente, la cual se procesa a través de amplificadores que adecuan la sensibilidad de la señal dentro del sistema de medición; posteriormente entra en un detector cuya función es obtener los valores representativos de la señal.

La señal es enviada a un convertidor lineal logarítmico que permite la conversión de una escala lineal (presión en Pa) a una escala logarítmica (Nivel de presión sonora en dB), de modo que la tensión eléctrica de esta etapa es proporcional al nivel de presión considerado.

El desarrollo de la electrónica ha permitido que los sonómetros cuenten con circuitos análogos y digitales, microprocesadores (Chips) que como consecuencia los ha hecho más resistentes, más confiables y seguros, consumen menos energía y tienen mayor capacidad de procesamiento de datos.

Existen distintos tipos y se clasifican de la siguiente manera:

- ❖ **Tipo 0 (Estándar de Laboratorio):** Sonómetros utilizados en laboratorios, por ser de alta precisión se utilizan para la calibración de los demás tipos de sonómetros.

- ❖ **Tipo 1 (Precisión):** Se utiliza para mediciones exactas en campo y laboratorio donde las condiciones ambientales pueden estar especificadas o controladas.
- ❖ **Tipo 2 (Propósitos generales):** Son de diseño menos exactos y de menor tolerancia que el del tipo 1, muy adecuado para campo.
- ❖ **Tipo 3 (Reconocimientos):** Son principalmente empleados para realizar reconocimientos. Mediciones aproximadas.



**Fig. 3.2 Sonómetro**

Dentro de sus características es que cuenta con un Set de filtros de ponderación en frecuencias que modifican la sensibilidad del sonómetro con respecto a las frecuencias que inciden en el micrófono y están en base a las curvas A, B y C tratando de representar la respuesta del sistema auditivo y encuentra la ponderación en el tiempo que corresponde a la variación de presión sonora en forma rápida (fast) o lenta (slow).



**Fig. 3.3 Set de Filtros de Ponderación**

### 3.2.2 Dosímetro

Es un instrumento de evaluación personal que integra de forma automática el nivel de presión sonora y el periodo de tiempo de exposición. Se utiliza principalmente para valorar el porcentaje (%) de dosis de ruido a la que se ha sometido al trabajador.

Básicamente esta constituido por un micrófono, un circuito de ponderación en frecuencia A, un amplificador, un circuito controlador de rango, un circuito que integra el valor hallado con respecto al tiempo y un indicador.

Para determinar el NSCE los dosímetros están acoplados a un software y a una computadora y esto permite medir el Nivel de Presión en escala A, y lecturas pico de la historia de la jornada del trabajo.



**Fig. 3.4 Dosímetro**

**% Dosis:** Es el número que proporciona el dosímetro y que resulta de la integración de los niveles sonoros "A" durante el periodo de evaluación.

**Calibrador Acústico Normalizado (Calibrador Acústico):** es un instrumento utilizado para verificar, en el lugar de la medición, la exactitud de la respuesta acústica de los instrumentos de medición acústica y que satisface las especificaciones de alguna norma de referencia adecuada para el fabricante.



**Fig. 3.5 Calibrador Acústico Normalizado**

### **3.3 CALIBRACIÓN**

La NOM-011-STPS-2001 es muy específica y para que las mediciones sean válidas los equipos se deben calibrar antes y después de usarse.

En el caso del equipo que se utilizó, fue un sonómetro Metrosonic Modelo OB-100M Tipo 2, se calibró a 102 dB y una frecuencia de 1000 Hz.

### **3.4 PROCEDIMIENTO DE USO DEL SONÓMETRO**

#### **3.4.1 Inspección visual antes de la puesta en funcionamiento**

Se debe revisar en el sonómetro las características siguientes:

- ❖ El equipo no debe presentar daño superficial.
- ❖ La batería debe estar correctamente colocada en su lugar.
- ❖ El encendido debe ser adecuado.
- ❖ Debe contar con certificado de calibración y estar en el tiempo de validez.

#### **3.4.2 Encendido y puesta en marcha**

- ❖ Encender el equipo ON/OFF.

#### **3.4.3 Calibración del equipo**

Se realiza acoplando un calibrador acústico sobre el micrófono del sonómetro a un sonido fijo (102 dB) y a 1000 Hz, se registra el valor obtenido en campo al inicio y al final de la jornada de medición. Si se encuentra una diferencia de 1 dB o más, entre la calibración inicial y final, se deben anular los resultados de las mediciones.



#### 3.4.4 Selección de una escala de medición

- ❖ Se selecciona la escala A de medición.

**Red de Ponderación A:** Es la red de ponderación más comúnmente utilizada para la valoración de daño auditivo y claridad de la palabra. Empleada inicialmente para analizar sonidos de baja intensidad.

#### 3.4.5 Selección de tiempo de respuesta

- ❖ Modo de respuesta rápida (FAST).
- ❖ Para borrar todo aquel dato que pueda interferir en la toma de nuestra lectura se pulsa el botón RESET.
- ❖ Es importante no oprimir cualquier tecla durante la medición para no afectar los resultados de las lecturas.

#### 3.4.6 Verificación de la batería

- ❖ Al pulsar la tecla BATTERY aparece el porcentaje en la pantalla.

#### 3.4.7 Lectura del Nivel de Presión Continuo (SPL)

- ❖ Calibrar el equipo antes de tomar cualquier medición.
- ❖ Pulsar tecla RUN.
- ❖ Se detiene la lectura con HOLD.
- ❖ Se oprime RESET para borrar los datos almacenados y hacer una nueva lectura.

#### 3.4.8 Filtros de Octavas de bandas

- ❖ En el filtro de octavas de banda se selecciona la forma MANUAL, seleccionar la banda A leer START ▲ ▼.
- ❖ Pulsar RUN para iniciar.

#### 3.4.9 Detener Mediciones

- Pulsar HOLD para detener las mediciones.
- Para borrar datos pulsar RESET.
- Calibrar Equipo al final de su uso.

#### 3.4.10 Apagado

- ❖ Seleccionar OFF.

**ON/RUN:** ON significa encendido y RUN indica que el sonómetro está realizando una medición.

**FAST:** Permite que el tiempo de respuesta del sonómetro sea rápido.

**BATTERY:** Indica el voltaje de la pila y **HOLD** detiene cualquier función del sonómetro.

**RESET:** Permite borrar la información almacenada por el sonómetro.



**OFF:** Apaga el Sonómetro

**OCT:** Permite cambiar octava de Banda de 31.5 a 8000 Hz.

### 3.5 TOMA DE MEDICIONES POR PUESTO FIJO DE TRABAJO

Para efectuar la medición se debe de contar con los elementos siguientes:

- 1) trípode de soporte para el sonómetro, sonómetro integrador o micrófono;
- 2) reloj o cronómetro, externo o integrado al instrumento;
- 3) pantalla contra viento;
- 4) los formatos de registro correspondientes.

#### 3.5.1 Método de puesto fijo de trabajo

Para evaluar ruido en puesto fijo de trabajo, el punto de medición debe ubicarse en el lugar que habitualmente ocupa el trabajador o, de ser posible, lo más cercano a él, sin interferir en sus labores.

#### 3.5.2 Localización del micrófono

##### Altura del micrófono

- a) cuando los trabajadores realicen sus labores de pie, la altura del micrófono debe ser de  $1.45 \pm 0.10$  m, en relación al plano de sustentación de los trabajadores;
- b) cuando los trabajadores realicen sus labores sentados, la altura del micrófono debe colocarse al nivel medio de la cabeza de los trabajadores;
- c) cuando se utilice otra altura del micrófono, debe explicarse el motivo en el registro de evaluación.

#### 3.5.3 Orientación del micrófono

Durante el periodo de observación en un punto de medición, el micrófono debe orientarse en aquella posición donde se registre el máximo  $NS_A$  del punto.

#### 3.5.4 Ubicación del observador

La ubicación del observador y la posición del micrófono no deben ser motivo para que sufran o causen un riesgo de trabajo y, en su caso, se debe utilizar un cable de extensión para el micrófono.



### 3.6 ALGORITMO PARA EL CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL AUDITIVA

El cálculo de atenuación es un indicador de la medida de reducción de ruido de un protector auditivo. Existen muchas formas de valorar los protectores auditivos, los métodos más comunes son: Noise Reduction Rating (NRR) utilizada en Estados Unidos y la Single Number Rating (SNR) utilizada en Europa, otro método es el que está basado en la atenuación de los protectores auditivos para cada escala de Octava de Banda y se le conoce cálculo del valor de Protección Personal Auditiva.

Todos estos métodos utilizan la atenuación auditiva real a valores umbrales, es decir la reducción real del ruido en el oído que, ofrecen los protectores según se determina por los laboratorios de acuerdo con las normas que les aplican.

En general los métodos de laboratorio exigen que se determine los umbrales auditivos del campo acústico con los protectores colocados y sin ellos para cada octava de banda con la determinación de la atenuación media y la desviación típica correspondiente<sup>18</sup>.

#### 3.6.1 Método de Octavas de Banda

De acuerdo con la Norma 11-STPS-2001 el Método por Octavas de Banda es aplicable después de que se ha realizado la recolección de los Niveles de Presión para cada frecuencia en Octavas de Banda por medio del sonómetro.

En el Apéndice D de esta norma se especifica los pasos para determinar el factor de reducción R, en dB(A), a partir de la atenuación del NPA (Nivel de Presión Acústica) por bandas de octava, proporcionada por el equipo de protección personal auditivo empleado.

### 3.7 CÁLCULO DEL FACTOR DE REDUCCIÓN R

El Factor de Reducción R, en dB(A), se define como un número que resulta de la comparación entre las atenuaciones del NPA (Nivel de Presión Acústica) por bandas de octava, proporcionadas por los fabricantes de equipo de protección auditiva y del análisis de frecuencia del ruido, presente en un punto de medición del ambiente de trabajo, con el NER (Nivel de Exposición a Ruido) del mismo, siendo expresado en la ecuación No. 8:

$$R_i = NER_i - 10 \log \left[ \sum_{j=1}^7 10^{\left(\frac{L_j - Q_j}{10}\right)} \right] - 10.0 \quad (8)$$

**Donde:**

**R<sub>i</sub>** = factor de reducción R en el punto de medición i

**NER<sub>i</sub>** = nivel de exposición a ruido en el punto de medición i

**L<sub>j</sub>** = nivel de presión acústica por bandas de octava

**L1** = NPA en la banda de 125 Hz

**L2** = NPA en la banda de 250 Hz

**L3** = NPA en la banda de 500 Hz

**L4** = NPA en la banda de 1000 Hz

**L5** = NPA en la banda de 2000 Hz

**L6** = NPA en la banda de 4000 Hz

**L7** = NPA en la banda de 8000 Hz

**Q<sub>j</sub>** = atenuación del nivel de presión acústica por bandas de octava proporcionada por el fabricante del equipo evaluado

**Q1** = atenuación a 125 Hz + 16.2 dB

**Q2** = atenuación a 250 Hz + 8.7 dB

**Q3** = atenuación a 500 Hz + 3.3 dB

**Q4** = atenuación a 1000 Hz

**Q5** = atenuación a 2000 Hz - 1.2 dB

**Q6** = (Promedio de las atenuaciones a 3125 y 4000 Hz) - 1.0 dB

**Q7** = (Promedio de las atenuaciones a 6300 y 8000 Hz) + 1.1 dB

**10** = término de corrección tomado en cuenta por posibles irregularidades del espectro acústico, así como fugas de ruido, las cuales pueden ser causadas por cabello largo, uso de anteojos de seguridad, movimientos de cabeza u otros factores.

**CAPÍTULO IV**  
**REALIZACIÓN**  
**DEL ESTUDIO**



En el presente trabajo se realizó el estudio para determinar los niveles de ruido en el área de corte de una empresa ferretera evaluando con base a la NOM-011-STPS-2001 los parámetros siguientes:

- ❖ Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE).
- ❖ Nivel de Exposición a Ruido (NER).
- ❖ Nivel de Presión Acústica (NPA).
- ❖ Cálculo de protección auditiva.

En el capítulo 5 se presentan los resultados de NSCE, NER, NPA y el Cálculo de protección auditiva en forma de tablas.

Para la determinación de los parámetros mencionados anteriormente se realizó lo siguiente:

1. Determinación de los puntos de muestreo.
2. Elección de la técnica de muestreo.
3. Calibración del sonómetro.
4. Toma de mediciones de los niveles de ruido.
5. Trabajo de gabinete (cálculo numérico de los parámetros).

#### **4.1 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO**

De acuerdo con la Norma 11-STPS-2001 hay que realizar un reconocimiento inicial previamente a la evaluación y consiste en recabar toda la información técnica y administrativa que permita seleccionar el método de evaluación y la prioridad de las zonas y puestos a evaluar.

En este recorrido sensorial se deben tomar lecturas por medio de un sonómetro en una trayectoria previamente determinada.

En esta etapa es muy útil realizar anotaciones en una copia del plano o Layout de la planta o en un esquema cuadrículado.

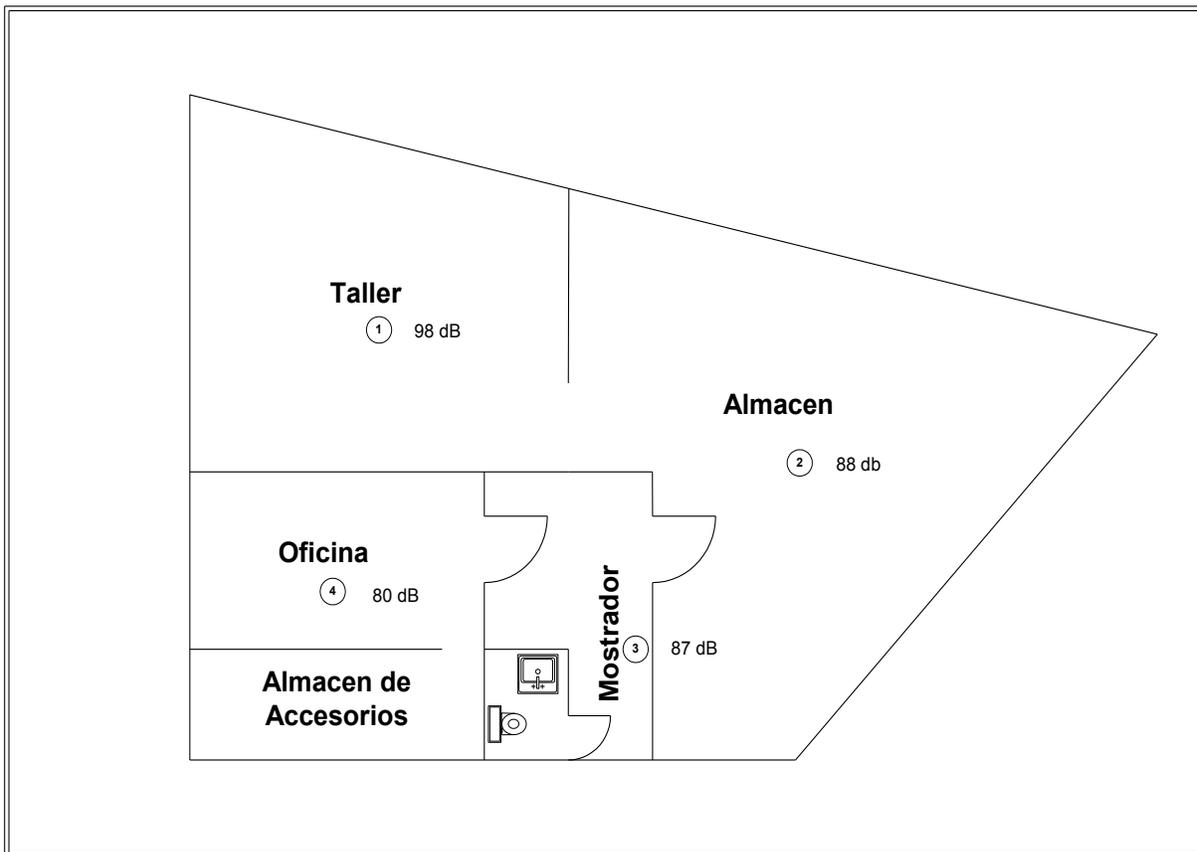
Los puntos de medición deben seleccionarse de tal manera que describan el entorno ambiental de manera confiable, determinando su número, entre otros factores, por la ubicación de los puestos de trabajo o posiciones de control de la maquinaria y equipo del local de trabajo, el proceso de producción y las facilidades para su ubicación.

De acuerdo a la norma se deben evaluar todas las áreas del centro de trabajo donde haya trabajadores y cuyo  $NS_A$  (Nivel Sonoro) sea igual o superior a 80 dB(A), incluyendo sus características y componentes de frecuencias.

Con base en lo anteriormente expuesto se decidió evaluar los niveles de ruido en 4 puntos, que corresponden a los puestos de trabajo siguientes:

- 1) Cortador ( taller)
- 2) Almacenista ( almacén)
- 3) Mostrador ( mostrador)
- 4) Administrador (oficina)

Como puede observarse en el plano que se presenta a continuación:



**Fig. 4.1 Plano De Localización General De La Empresa.**



En el taller se cuenta con una maquina cortadora, la cuál tiene las siguientes características:

#### 4.2 DETALLES TÉCNICOS: CORTADORA DE METALES DE 14”

- ❖ **Potencia:** 1,650 W,
- ❖ **Velocidad:** 3,500 rpm,
- ❖ **Disco:** 14”(356 mm),
- ❖ **Máxima capacidad de corte en tubo:** Redondo 5”-6”Cuadrado 4”
- ❖ **Corte en ángulo izquierda y derecha:** 0°-45°Base ajustable a distintas medidas de material.
- ❖ **Capacidad de corte, rectángulo:** 80 × 220 mm
- ❖ **Capacidad de corte, cuadrados:** 120 × 120 mm
- ❖ **Capacidad de corte, L-perfil:** 140 × 140 mm
- ❖ **Profundidad x largo x alto:** 47 × 26 × 64 cm
- ❖ **Velocidad en vacío:** 3.500 rpm
- ❖ **Diámetro de la hoja de sierra:** 355 mm
- ❖ **La hoja de sierra Diámetro:** 25,40 mm
- ❖ **Peso:** 19,40 kg
- ❖ Arranque suave
- ❖ Protección de sobrecarga para una larga vida útil
- ❖ Bloqueo del eje para un fácil cambio del disco de corte
- ❖ Asa de transporte integrada para transportarla con facilidad



**Fig. 4.2 Cortadora De Metales De 14” (GCO 14-2 Profesional)**

### **4.3 ELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE MUESTREO**

De acuerdo a las características físicas y acústicas de la empresa y en función de las necesidades de la misma, se seleccionó el método de puesto fijo de trabajo, esta determinación se tomó por el tamaño y la cantidad de trabajadores laboralmente expuestos de acuerdo a lo sugerido en la presente norma.

El tipo de método que se utilizó fue el de ruido inestable, este método es aplicable cuando se ha realizado el reconocimiento inicial, que el  $NS_A$  registra variaciones con intervalos mayores a 5 dB(A), durante la jornada laboral, y debe efectuarse durante cinco periodos de observación, aun que la norma nos permite hacer tres periodos de observación cuando se utiliza sonómetro con integrador. Se decidió hacer las cinco observaciones para tener un valor más exacto.



#### 4.4 CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO

Se realizó acoplando un calibrador acústico sobre el micrófono del sonómetro a un sonido fijo (102 dB) y a 1000 Hz, se registra el valor obtenido en campo al inicio y al final de la jornada de medición. Si se encuentra una diferencia de 1 dB o más, entre la calibración inicial y final, se deben anular los resultados de las mediciones.

#### 4.5 TOMA DE MEDICIONES DE LOS NIVELES DE RUIDO

##### 4.5.1 Mediciones por puesto fijo de trabajo

Para efectuar la medición se debe de contar con los elementos siguientes:

- 1) Trípode de soporte para el sonómetro, sonómetro integrador o micrófono;
- 2) Reloj o cronómetro, externo o integrado al instrumento;
- 3) Pantalla contra viento;
- 4) Los formatos de registro correspondientes.

**Tabla 4.1 Formato de registro para la evaluación de NSCE (Nivel Sonoro Continuo Equivalente) NOM-011-STPS-2001**

<b>COMPAÑÍA O RAZON SOCIAL:</b>											
<b>DEPARTAMENTO:</b>				<b>AREA:</b>				<b>TURNO:</b>			
<b>POSICION No. :</b>				<b>PUESTO DE TRABAJO :</b>							
<b>FUENTE GENERADORA:</b>											
N.S. dB (A)	Hora	M 1'	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10
PERIODO 1											
PERIODO 2											
PERIODO 3											
PERIODO 4											
PERIODO 5											

\* Mi = número de muestra



**Tabla 4.2 Formato de registro para la evaluación del espectro acústico en frecuencias de octavas de banda NOM-011-STPS-2001**

<b>COMPAÑÍA O RAZON SOCIAL:</b>											
<b>ESTUDIO DE CAMPO PARA LA EVALUACION DEL ESPECTRO ACUSTICO EN FRECUENCIAS DE OCTAVAS DE BANDA dB (A) NOM-011-STPS-2001</b>											
<b>DEPARTAMENTO:</b>				<b>AREA:</b>				<b>TURNO:</b>			
<b>POSICION No. :</b>				<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>							
<b>FUENTE GENERADORA:</b>											
	Hora	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	N.S. Db
PERIODO 1											
PERIODO 2											
PERIODO 3											
PERIODO 4											
PERIODO 5											

#### 4.5.2 Método de puesto fijo de trabajo

Para evaluar ruido en puesto fijo de trabajo, el punto de medición debe ubicarse en el lugar que habitualmente ocupa el trabajador o, de ser posible, lo más cercano a él, sin interferir en sus labores.

#### 4.5.3 Localización del micrófono

##### Altura del micrófono

- a) Cuando los trabajadores realicen sus labores de pie, la altura del micrófono debe ser de  $1.45 \pm 0.10$  m, en relación al plano de sustentación de los trabajadores;
- b) Cuando los trabajadores realicen sus labores sentados, la altura del micrófono debe colocarse al nivel medio de la cabeza de los trabajadores;
- c) Cuando se utilice otra altura del micrófono, debe explicarse el motivo en el registro de evaluación.



#### 4.5.4 Orientación del micrófono

Durante el periodo de observación en un punto de medición, el micrófono debe orientarse en aquella posición donde se registre el máximo  $NS_A$  del punto.

#### 4.5.5 Ubicación del observador

La ubicación del observador y la posición del micrófono no deben ser motivo para que incomode o cause un riesgo de trabajo y, en su caso, se debe utilizar un cable de extensión para el micrófono.

### 4.6 TRABAJO DE GABINETE

En esta etapa del proyecto se procedió a realizar los cálculos numéricos de los parámetros a determinar NSCE (Nivel Sonoro Continuo Equivalente), NER (Nivel de Exposición a Ruido), NPA (Nivel de Presión Acústica) y Cálculo de protección auditiva, utilizando las siguientes formulas:

- a) Debe determinarse el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE) promedio del punto de medición mediante la ecuación No. 9:

$$NSCE_{A,T}i = 10 \log \frac{I}{10} \sum_{k=1}^{10} 10^{\left(\frac{Nk}{10}\right)} \quad (9)$$

**Donde:**

$NSCE_{A,T}i$  =  $NSCE_{A,T}$  promedio del punto de medición i

$Nk$  =  $NSCE_{A,T}$  registrado

$n$  = Número de muestras

- b) Se debe determinar el Nivel de Exposición a Ruido (NER) con la ecuación No.10:



$$NER = 10 \log \left[ \sum_{i=1}^n ti 10^{\left(\frac{NSCE_{A,T} i}{10}\right)} \right] - 10 \log Te \quad (10)$$

**Donde:**

**NER** = Nivel de Exposición a Ruido

**NSCE<sub>A,T</sub> i** = NSCE<sub>A,T</sub> promedio del punto de medición i

**ti** = Tiempo de exposición en el punto de medición i

**Te** = Tiempo total de exposición

$$Te = \sum_{i=1}^n ti = 8 \text{ horas} \quad (11)$$

- c) Debe determinarse el Nivel de Presión acústica (NPA) promedio por cada banda de octava del punto de medición, mediante la ecuación No. 12:

$$NPA_i = 10 \log \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 10^{\left(\frac{NPA_j}{10}\right)} \quad (12)$$

**Donde:**

**NPA<sub>i</sub>** = NPA promedio por banda

**NPA<sub>j</sub>** = NPA registrado por banda

#### d) Cálculo del factor de reducción R

El Factor de Reducción R, en dB(A), se define como un número que resulta de la comparación entre las atenuaciones del NPA (Nivel de Presión Acústica) por bandas de octava, proporcionadas por los fabricantes de equipo de protección auditiva y del análisis de frecuencia del ruido, presente en un punto de medición del ambiente de trabajo, con el NER (Nivel de Exposición a Ruido) del mismo. Se expresa por la ecuación No.13:



$$R_i = NER_i - 10 \log \left[ \sum_{j=1}^7 10^{\left(\frac{L_j - Q_j}{10}\right)} \right] - 10.0 \quad (13)$$

**Donde:**

- R<sub>i</sub>** = Factor de reducción R en el punto de medición i
- NER<sub>i</sub>** = Nivel de exposición a ruido en el punto de medición i
- L<sub>j</sub>** = Nivel de presión acústica por bandas de octava
- L<sub>1</sub>** = NPA en la banda de 125 Hz
- L<sub>2</sub>** = NPA en la banda de 250 Hz
- L<sub>3</sub>** = NPA en la banda de 500 Hz
- L<sub>4</sub>** = NPA en la banda de 1000 Hz
- L<sub>5</sub>** = NPA en la banda de 2000 Hz
- L<sub>6</sub>** = NPA en la banda de 4000 Hz
- L<sub>7</sub>** = NPA en la banda de 8000 Hz
- Q<sub>j</sub>** = Atenuación del nivel de presión acústica por bandas de octava proporcionada por el fabricante del equipo evaluado
- Q<sub>1</sub>** = Atenuación a 125 Hz + 16.2 dB
- Q<sub>2</sub>** = Atenuación a 250 Hz + 8.7 dB
- Q<sub>3</sub>** = Atenuación a 500 Hz + 3.3 dB
- Q<sub>4</sub>** = Atenuación a 1000 Hz
- Q<sub>5</sub>** = Atenuación a 2000 Hz - 1.2 dB
- Q<sub>6</sub>** = (Promedio de las atenuaciones a 3125 y 4000 Hz) - 1.0 dB
- Q<sub>7</sub>** = (Promedio de las atenuaciones a 6300 y 8000 Hz) + 1.1 dB
- 10** = Término de corrección tomado en cuenta por posibles irregularidades del espectro acústico, así como fugas de ruido, las cuales pueden ser causadas por cabello largo, uso de anteojos de seguridad, movimientos de cabeza u otros factores.

**CAPÍTULO V**  
**RESULTADOS**  
**DISCUSIÓN Y ANÁLISIS**



En el presente capítulo se muestran los cálculos realizados y los resultados obtenidos de NSCE (Nivel Sonoro Continuo Equivalente), NER (Nivel de Exposición a Ruido), NPA (Nivel de Presión Acústica) y sus respectivas gráficas, así como el nivel de atenuación o factor de reducción (Ri), a partir de los datos obtenidos en campo, utilizando las fórmulas indicadas en la norma NOM-011-STPS-2001.

### 5.1 REGISTROS DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (NSCE)

A continuación se presentan los registros de nivel sonoro ( $NS_A$ ) obtenidos en los cuatro puntos de muestreo (puestos de trabajo) definidos en el capítulo anterior.

En cada puesto de trabajo se realizaron 10 muestras, tomando mediciones de los niveles de ruido en 5 periodos para cada una de estas, distribuidas a lo largo de la jornada laboral de 8 horas, como puede observarse en las tablas siguientes:

**Tabla 5.1 Registro Del NSCE Del Puesto De Trabajo “Cortador”**

DEPARTAMENTO:		Ferretería				AREA:		Taller		TURNO:		1er.
POSICION No. :		1				PUESTO DE TRABAJO :		Cortador				
FUENTE GENERADORA:		Cortadora										
$NS_A$ dB (A)	Hora	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	
PERIODO 1	8:10	73,7	72,9	73,1	70,3	63,2	65,4	70,7	71,8	72,5	73,1	
PERIODO 2	10:00	87,7	94,9	97,8	96,9	81,7	101,5	88,9	97,2	98,6	96,4	
PERIODO 3	11:33	79,9	82,6	76,2	98,2	94,3	92	88,4	83,1	79,7	84,7	
PERIODO 4	14:00	72,6	76,8	85,1	79,6	76,5	79,6	72,8	77,3	75,4	91,3	
PERIODO 5	16:00	87,9	86,5	83,7	84,5	90,6	74,9	85,6	73,5	77,3	68,8	

**Tabla 5.2 Registro Del NSCE Del Puesto De Trabajo “Almacenista”**

DEPARTAMENTO:		Ferretería				AREA:		Almacén		TURNO:		1er.
POSICION No. :		2				PUESTO DE TRABAJO :		Almacenista				
FUENTE GENERADORA:		Cortadora										
$NS_A$ dB (A)	Hora	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	
PERIODO 1	8:27	81,4	83,6	85,4	82,1	71,7	73,4	75,8	73,7	74,2	75,8	
PERIODO 2	10:17	91,6	88,7	81,2	79,5	72,8	77,3	75,4	89,6	71,2	64,7	
PERIODO 3	11:50	77,3	76,1	75,7	76,4	73,1	69,8	79,5	77,3	89,5	81,6	
PERIODO 4	14:17	71,4	69,8	73,5	64,1	62,9	63,6	77,9	78,1	77,3	88,3	
PERIODO 5	16:18	85,2	88,6	89,3	87,1	82,4	86,2	81,3	86,4	85,3	80,1	

**Tabla 5.3 Registro Del NSCE Del Puesto De Trabajo “Empleado De Mostrador”**

DEPARTAMENTO:		Ferretería					AREA:		Mostrador			TURNO:	1er.
POSICION No. :		3					PUESTO DE TRABAJO:		Empleado de mostrador				
FUENTE GENERADORA:		Cortadora											
NS <sub>A</sub> dB (A)	Hora	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10		
PERIODO 1	8:47	80,1	79,3	83,1	82,7	79,2	78,5	71,3	74,3	69,2	61,7		
PERIODO 2	10:38	84,7	83,6	77,2	71,9	73,7	78,6	76,1	69,3	68,5	69,2		
PERIODO 3	12:05	81,9	82,6	81,5	84,8	86,3	83,1	81,4	79,6	64,5	65,1		
PERIODO 4	14:32	91,2	90,3	84,2	82,6	74,7	79,2	76,7	72,4	75,2	76,3		
PERIODO 5	16:33	64,3	71,6	69,2	73,7	73,8	70,6	73,3	72,5	69,8	72,9		

**Tabla 5.4 Registro Del NSCE Del Puesto De Trabajo “Administrador”**

DEPARTAMENTO:		Ferretería					AREA:		Oficinas			TURNO:	1er.
POSICION No. :		4					PUESTO DE TRABAJO:		Administrador				
FUENTE GENERADORA:		Cortadoras											
NS <sub>A</sub> dB (A)	Hora	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10		
PERIODO 1	10:00	63,2	65,9	65,4	66,3	68,3	67,3	66,5	69,9	67,3	66,4		
PERIODO 2	12:00	71,3	70,6	69,5	73,1	68,9	67,4	67,9	68,2	72,9	80,5		
PERIODO 3	13:25	81,3	82,5	79,3	68,7	65,4	66,3	68,1	64,4	67,2	79,1		
PERIODO 4	14:55	71,6	72,7	73,9	70,4	69,1	68,4	67,3	73,8	79,5	71,3		
PERIODO 5	16:58	69,8	68,6	69,5	67,3	62,9	63,5	64,4	65,2	65,9	63,5		

## 5.2 EVALUACIÓN DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE (NSCE)

De acuerdo con la Norma 011-STPS-2001 este método es aplicable cuando del reconocimiento inicial se determinaron aquellas zonas que presentaron niveles de ruido superiores a 80 dB (A) y debe registrarse debidamente en un formato para calcular el promedio de cada nivel por medio de la siguiente fórmula:

$$NSCE_{A,T}i(A) = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n 10^{\left(\frac{Nk}{10}\right)}$$

Donde:

$NSCE_{A,T}i(A)$  = Promedio del punto de medición  $i$

$Nk$  = NSCE<sub>A,T</sub> registrado

$n$  = Número de muestras

**DETERMINACIÓN DEL  $NSCE_{A,T}^i$  PARA EL PUESTO DE TRABAJO “CORTADOR”**

De la tabla 5.1 tomando en cuenta que  $NSCE_{A,T}$  registrado es igual a  $NS_A$ , para el primer periodo se tiene:

$$NSCE_{A,T,1} = 10 \text{Log} \frac{1}{10} \left[ 10^{\frac{73.7}{10}} + 10^{\frac{72.9}{10}} + 10^{\frac{73.1}{10}} + 10^{\frac{70.3}{10}} + 10^{\frac{63.2}{10}} + 10^{\frac{65.4}{10}} + 10^{\frac{70.7}{10}} + 10^{\frac{71.8}{10}} + 10^{\frac{72.5}{10}} + 10^{\frac{73.1}{10}} \right]$$

$$NSCE_{A,T,1} = 10 \text{Log} \frac{1}{10} \left[ 10^{7.37} + 10^{7.29} + 10^{7.31} + 10^{7.03} + 10^{6.32} + 10^{6.54} + 10^{7.07} + 10^{7.18} + 10^{7.25} + 10^{7.31} \right]$$

$$NSCE_{A,T,1} = 10 \text{Log} \frac{1}{10} \left[ 2.3E^7 + 1.9E^7 + 2.04E^7 + 1.07E^7 + 2.08E^6 + 3.4E^6 + 1.20E^7 + 1.5E^7 + 1.8E^7 + 2.0E^7 \right]$$

$$NSCE_{A,T,1} = 10 \text{Log} \frac{1}{10} [143,580,000]$$

$$NSCE_{A,T,1} = 10 \text{Log} [14,358,000]$$

$$NSCE_{A,T,1} = 10 [7.157]$$

$$NSCE_{A,T,1} = 71.57 \text{ dB}$$

Para facilitar el cálculo del nivel sonoro continuo equivalente (NSCE) se hace el cálculo por periodo, posteriormente se hace la integración de los cinco periodos y se obtiene el nivel sonoro continuo equivalente (NSCE) para cada puesto de trabajo.

El nivel sonoro continuo equivalente (NSCE) para el primer periodo de evaluación del puesto de trabajo “cortador” es de 71.57 dB.

Procediendo del mismo modo para realizar el cálculo del nivel sonoro continuo equivalente para los cuatro periodos de evaluación restantes en el puesto de trabajo de “cortador” se obtienen a partir de la Tabla 5.1, los valores mostrados en la Tabla 5.5 que se muestra enseguida.

**Tabla 5.5 Valores de  $NSCE_{A,T}^i$  Calculados a partir de los periodos de evaluación de ruido del puesto de trabajo “Cortador”**

PERIODO	1	2	3	4	5
$NSCE_{A,T,1}$ (dB)	71.6	96.7	91.0	83.2	85.6

A partir de los  $NSCE_{A,T,1}$  de cada periodo mostrados en la tabla anterior, se calcula el NSCE (A) para el puesto de trabajo de “cortado” como se muestra a continuación:



$$\text{Usando } NSCE(A) = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n 10^{\left(\frac{NSCE(A)}{10}\right)}$$

A partir de los datos de la tabla 5.5 se tiene:

$$NSCE(A) = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{\frac{71.6}{10}} + 10^{\frac{96.7}{10}} + 10^{\frac{91.0}{10}} + 10^{\frac{83.2}{10}} + 10^{\frac{84.5}{10}} \right]$$

$$NSCE(A) = 10 \text{Log} \frac{1}{5} [10^{7.16} + 10^{9.67} + 10^{9.10} + 10^{8.32} + 10^{8.45}]$$

$$NSCE(A) = 10 \text{Log} \frac{1}{5} [1.4E^7 + 4.7E^9 + 1.2E^9 + 2.1E^8 + 2.8E^8]$$

$$NSCE(A) = 10 \text{Log} \frac{1}{5} [6,404,000,000]$$

$$NSCE(A) = 10 \text{Log} [1,280,800,000]$$

$$NSCE(A) = 10[9.107]$$

$$NSCE(A) = 91.07 \text{ dB}$$

Este es el valor de Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE (A)) del puesto de trabajo “cortador”. En este puesto de trabajo se excede los LMPE (Limite Máximo Permisible de Exposición) (90 dB) marcados por la norma, por lo tanto **se debe calcular el equipo de protección auditiva**.

Para los tres puestos de trabajo restantes se realiza el mismo procedimiento de cálculo. Los  $NSCE_{A,T,1}$  por periodo y el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE (A)) para cada puesto de trabajo se presentan a continuación:

**Tabla 5.6 Valores de  $NSCE_{A,T,i}$  Calculados a Partir de los Periodos de Evaluación de ruido del puesto de trabajo “Almacenista”**

PERIODO	1	2	3	4	5
$NSCE_{A,T,i}$ (dB)	80.2	85.4	81.4	79.6	85.6

$$NSCE(A) = 83.2 \text{ dB}$$



Este es el valor NSCE (A) del puesto de trabajo “Almacenista”. No excede los LMPE (Limite Máximo Permissible de Exposición) (90 dB) marcados por la norma, por lo tanto **no se debe calcular el equipo de protección auditiva**.

**Tabla 5.7 Valores de  $NSCE_{A,T}^i$  Calculados a Partir de los Periodos de Evaluación de ruido del puesto de trabajo “Empleado De Mostrador”**

PERIODO	1	2	3	4	5
$NSCE_{A,T}^i$ (dB)	78.9	78.8	82.2	84.9	71.8

$$NSCE(A) = 81.1 \text{ dB}$$

Este es el valor NSCE (A) del puesto de trabajo “Empleado de mostrador”. No excede los LMPE (Limite Máximo Permissible de Exposición) (90 dB) marcados por la norma, por lo tanto **no se debe calcular el equipo de protección auditiva**.

**Tabla 5.8 Valores de  $NSCE_{A,T}^i$  Calculados a Partir de los Periodos de Evaluación de ruido del puesto de trabajo “Administrador”**

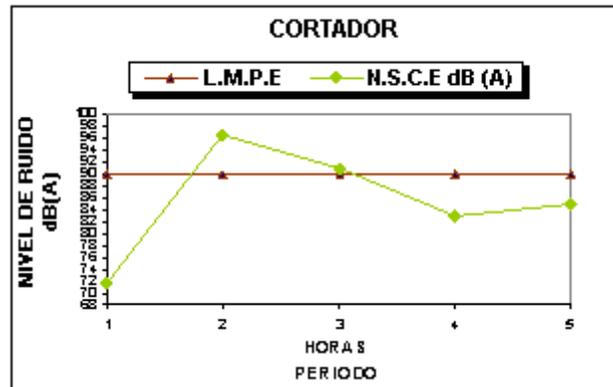
PERIODO	1	2	3	4	5
$NSCE_{A,T}^i$ (dB)	67.0	73.3	77.1	73.3	66.7

$$NSCE(A) = 73.2 \text{ dB}$$

Este es el valor Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE (A)) del puesto de trabajo “Administrador”. No excede los LMPE (Límite Máximo Permissible de Exposición) (90 dB) marcados por la norma, por lo tanto **no se debe calcular el equipo de protección auditiva**.

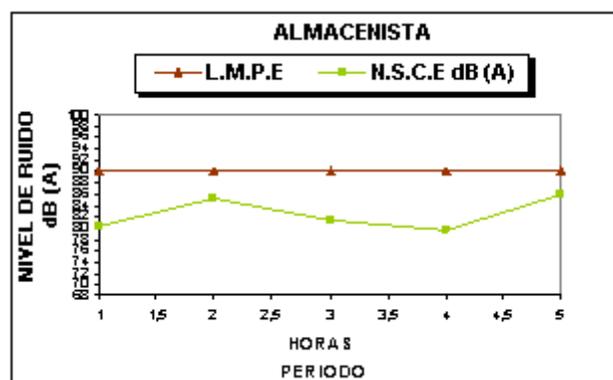
El único puesto de trabajo que excede los LMPE (Límites Máximos Permisibles de Exposición) de 90 dB como lo marca la **NOM- 011-STPS-2001** para una jornada laboral de 8 horas (ver Tabla A1 capítulo 2) es el de “cortador”, por lo tanto para el puesto de trabajo de “cortador” es el único puesto que se hace el cálculo del equipo de protección auditiva.

A continuación se presenta gráficamente la comparación entre el Límite Máximo Permissible de Exposición (LMPE) y el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE) en cada periodo de estudio. No olvidemos que **NOM-011-STPS-2001** indica que el LMPE para una jornada de trabajo de 8 horas es de 90 dB ver tablas 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8.



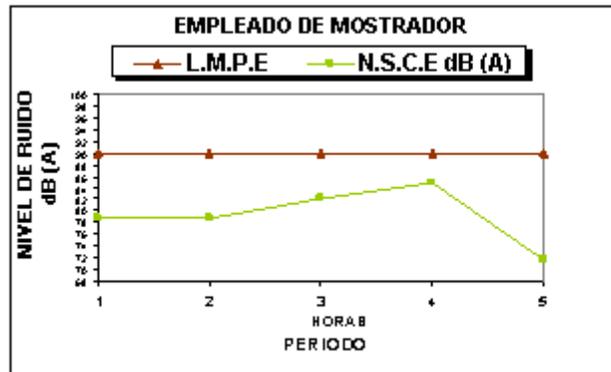
**Gráfica 5.1 NSCE Puesto De Trabajo Cortador**

Como se puede observar en la grafica 5.1, el NSCE (Nivel Sonoro Continuo Equivalente) esta por encima de LMPE (Limite Máximo Permissible de Exposición) que establece la NOM- 011-STPS-2001 para una jornada laboral de 8 horas.



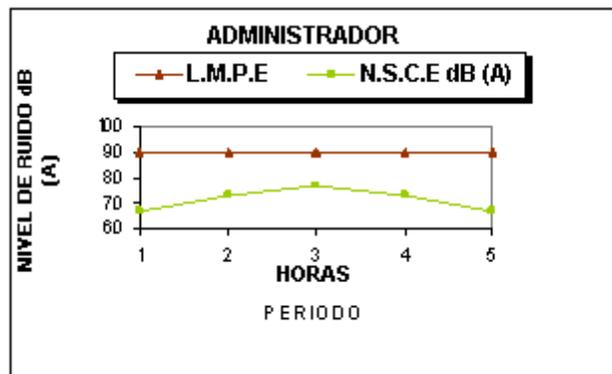
**Gráfica 5.2 NSCE Puesto De Trabajo Almacenista**

Como se puede observar en la grafica 5.2, el NSCE (Nivel Sonoro Continuo Equivalente) está por debajo de LMPE (Límite Máximo Permissible de Exposición) que establece la NOM- 011-STPS-2001 para una jornada laboral de 8 horas.



Gráfica 5.3 NSCE Puesto De Trabajo Empleado De Mostrador

Como se puede observar en la gráfica 5.3, el NSCE (Nivel Sonoro Continuo Equivalente) está por debajo de LMPE (Límite Máximo Permissible de Exposición) que establece la NOM- 011-STPS-2001 para una jornada laboral de 8 horas.



Gráfica 5.4 NSCE Puesto De Trabajo Administrador

Como se puede observar en la gráfica 5.4, el NSCE (Nivel Sonoro Continuo Equivalente) está por debajo de LMPE (Límite Máximo Permissible de Exposición) que establece la **NOM- 011-STPS-2001** para una jornada laboral de 8 horas.

Se efectúa el cálculo del NER (Nivel de Exposición a Ruido) sólo para el puesto de cortador para ratificar y ejemplificar que el NER (Nivel de Exposición a Ruido) es igual al NSCE (A) para una jornada de 8 horas.

### 5.3 CALCULO DEL NIVEL DE EXPOSICION A RUIDO (NER)

Para calcular el Nivel de Exposición a Ruido (NER) se sustituye el porcentaje de dosis ( $NSCE_{A,T,i}$ ) del puesto de trabajo "cortador" con la fórmula No.10 del capítulo 4:



$$NER = 10\text{Log} \sum_{i=1}^n ti 10^{\left(\frac{NSCE_{A,T}^i}{10}\right)} - 10\text{Log}Te$$

**Donde:**

**NER** = Nivel de Exposición a Ruido

$NSCE_{A,T}^i$  =  $NSCE_{A,T}^i$  promedio del puesto de trabajo (cortador)

$ti$  = Tiempo de exposición en el punto de medición  $i$

$Te$  = Tiempo total de exposición

$n$  = Número de muestras

$$Te = \sum_{i=1}^n ti = 8 \text{ horas}$$

**Desarrollo:**

$$NER = 10\text{Log}(8)10^{\frac{91.07}{10}} - 10\text{Log}(8)$$

$$NER = 10\text{Log}(8)(1.28E9) - 10\text{Log}(8)$$

$$NER = 10\text{Log}(1.02E10) - 10\text{Log}(8)$$

$$NER = 10(10.01) - 10(0.9)$$

$$NER = 100.1 - 9$$

$$NER = 91.1 \text{ dB}$$

Este es el Nivel de Exposición a Ruido para el puesto de trabajo de “Cortador”.

Como se puede observar el resultado obtenido del NER (Nivel de Exposición a Ruido) se confirma que es igual al NSCE (A) para una jornada de trabajo de 8 horas.



El cálculo del Nivel de Exposición a Ruido (NER) para los tres puestos de trabajo restante se realiza de manera similar y se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 5.9 Resultados del NER de cada puesto de trabajo**

FECHA MONITOREO	UBICACIÓN Ó NOMBRE	ÁREA	TURNO	NSCE O NER (dB)
22-sep-08	Cortador	Taller	1er	91.1
22-sep-08	Almacenista	Almacén	1er	83.2
22-sep-08	Empleado de mostrador	Mostrador	1er	81.1
22-sep-08	Administrador	Oficina	1er	73.2

De los resultados obtenidos se observa que el único puesto de trabajo que excede los 90 dB es el puesto de “Cortador”, los tres puestos restantes están por debajo de ese valor.

Como se observa en la tabla 5.9 los valores obtenidos del NER es igual al NSCE (A) para una jornada laboral de 8 horas.

#### 5.4. CALCULO DEL TIEMPO MAXIMO PERMISIBLE DE EXPOSICION A RUIDO

Una vez obtenido el NER se calcula el Tiempo Máximo de Exposición al que se puede someter el trabajador a una jornada de 8 horas, por medio de la fórmula No.7 del capítulo.

$$TMPE = \frac{8}{2^{\frac{NER-90}{3}}}$$

**Donde:**

*TMPE* = Tiempo máximo permisible de exposición

*NER* = Nivel de exposición a ruido

Como lo indica la NOM-011-STPS-2001, el cálculo del TMPE (Tiempo máximo permisible de exposición) sólo se efectúa cuando se sobre pasa el Límite Máximo Permisible de Exposición (LMPE) que es de 90 dB(A) para control administrativo, por lo tanto sólo se efectúa para el puesto de “Cortador”, que es el único lugar donde se sobre pasan dichos dB(A).



$$TMPE = \frac{8}{2^{\frac{91.1-90}{3}}}$$

$$TMPE = \frac{8}{2^{\frac{1.1}{3}}}$$

$$TMPE = \frac{8}{2^{0.366}}$$

$$TMPE = \frac{8}{1.288}$$

$$TMPE = 6.211Hrs.$$

El valor obtenido de TMPE (Tiempo máximo permisible de exposición) nos indica las horas que puede estar expuesto el cortador en una jornada laboral sin equipo de protección auditiva o bien si no se cuenta con equipo de protección auditiva.

Como lo indica la norma NOM-011-STPS-2001 en su apéndice A para un aumento de cada 3 decibles hay una disminución de la mitad en el TMPE (Tiempo máximo permisible de exposición), ejemplo para 90 dB(A) el TMPE (Tiempo máximo permisible de exposición) es de 8 hrs., para 93 dB(A) el TMPE (Tiempo máximo permisible de exposición) es de 4 hrs.

El resultado obtenido de TMPE (Tiempo máximo permisible de exposición) sigue la tendencia de la norma NOM-011-STPS-2001.

## 5.5 REGISTROS DEL ESPECTRO ACÚSTICO EN OCTAVAS DE BANDA

Para calcular los Niveles de Presión Acústica ( $NPA_i$ ) necesarios para determinar el espectro acústico en frecuencias de octavas de banda, para cada puesto de trabajo, es preciso contar con los registros del espectro acústico en octavas de banda de estos mismos puestos de trabajo, los cuales son obtenidos del sonómetro, estos datos se presentan en las tablas **5.10**, **5.11**, **5.12**, **5.13**.



**Tabla 5.10 Datos de Espectro Acústico en Frecuencias de Octavas de Banda dB (A) del puesto de trabajo “CORTADOR”**

ESTUDIO DE CAMPO PARA LA EVALUACION DEL ESPECTRO ACUSTICO EN FRECUENCIAS DE OCTAVAS DE BANDA dB (A) NOM-011-STPS-2001												
DEPARTAMENTO:		Ferretería				AREA:		Taller		TURNO:		1er.
POSICION No. :		1				PUESTO DE TRABAJO:		Cortador				
FUENTE GENERADORA:		Cortadora										
	Hora	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	N.S. dB	
PERIODO 1	8:17	43,1	58,3	64,3	69,1	78,2	83,8	90,6	93,5	83,9	85,7	
PERIODO 2	10:07	36,5	46,1	57,9	68,3	76,3	90,1	93,5	93,9	98,1	89,9	
PERIODO 3	11:40	36,7	53,3	52,9	67,6	89,1	93,4	91,6	94,6	90,8	88,5	
PERIODO 4	14:07	38,3	56,2	61,8	68,1	76,7	82,1	88,7	90,6	81,5	83,3	
PERIODO 5	16:08	40,5	57,3	63,2	68,4	77,6	82,4	89,5	92,7	82,5	84,8	

**Tabla 5.11 Datos de Espectro Acústico en Frecuencias de Octavas de Banda dB (A) del puesto de trabajo “ALMACENISTA”**

ESTUDIO DE CAMPO PARA LA EVALUACION DEL ESPECTRO ACUSTICO EN FRECUENCIAS DE OCTAVAS DE BANDA dB (A) NOM-011-STPS-2001												
DEPARTAMENTO:		Ferretería				AREA:		Almacén		TURNO:		1er.
POSICION No. :		2				PUESTO DE TRABAJO:		Almacenista				
FUENTE GENERADORA:		Cortadora										
	Hora	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	N.S. dB	
PERIODO 1	8:37	38,6	50,6	58,2	59,2	71,2	81,5	82,5	84,9	83,2	79,2	
PERIODO 2	10:28	31,2	41,8	52,6	61,4	73,2	85,3	87,4	91,2	90,5	88,5	
PERIODO 3	11:58	32,1	53,9	48,4	65,2	75,9	88,2	88,9	79,6	80,2	81,7	
PERIODO 4	14:25	33,7	52,1	54,3	63,7	70,3	80,3	87,2	88,5	87,4	84,3	
PERIODO 5	16:26	35,4	53,8	58,5	69,3	71,2	79,6	81,4	92,9	90,3	87,9	



**Tabla 5.12 Datos de Espectro Acústico en Frecuencias de Octavas de Banda dB (A) del puesto de trabajo “EMPLEADO DE MOSTRADOR”**

ESTUDIO DE CAMPO PARA LA EVALUACION DEL ESPECTRO ACUSTICO EN FRECUENCIAS DE OCTAVAS DE BANDA dB (A) NOM-011-STPS-2001												
DEPARTAMENTO:		Ferretería			AREA:		Mostrador		TURNO:			1er.
POSICION No. :		3			PUESTO DE TRABAJO		Empleado de		mostrador			
FUENTE GENERADORA:		Cortadora										
	Hora	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	N.S. dB	
PERIODO 1	9:57	40,2	58,1	66,2	63,6	79,5	82,6	89,2	90,2	80,2	80,7	
PERIODO 2	10:48	38,5	44,5	58,3	67,5	75,2	87,5	90,5	88,5	91,4	81,9	
PERIODO 3	12:15	33,7	49,9	53,9	62,9	88,6	91,6	88,2	87,4	92,6	83,2	
PERIODO 4	14:42	36,2	53,2	59,6	66,3	71,9	83	89,3	86,2	86,4	79,5	
PERIODO 5	16:43	36,9	54,7	61,8	67,1	73,8	80,4	90,5	89,5	80,5	78,6	

**Tabla 5.13 Datos de Espectro Acústico en Frecuencias de Octavas de Banda dB (A) del puesto de trabajo “ADMINISTRADOR”**

ESTUDIO DE CAMPO PARA LA EVALUACION DEL ESPECTRO ACUSTICO EN FRECUENCIAS DE OCTAVAS DE BANDA NOM-011-STPS-2001												
DEPARTAMENTO:		Ferretería			AREA:		Oficinas		TURNO:			1er.
POSICION No. :		4			PUESTO DE TRABAJO		Administrador					
FUENTE GENERADORA:		Cortadoras										
	Hora	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	N.S. dB	
PERIODO 1	10:10	31,6	51,2	49,5	51,2	61,2	65,4	69,5	79,8	75,2	69,8	
PERIODO 2	12:10	30,7	49,3	48,1	49,7	62,7	63,2	70,4	81,9	74,3	68,7	
PERIODO 3	13:35	32,8	48,2	46,3	50,6	63,2	64,9	71,2	87,4	76,4	70,9	
PERIODO 4	15:05	34,9	47,3	47,5	51,1	60,9	64,1	72,6	82,6	75	71,6	
PERIODO 5	17:03	33,6	46,9	46,8	50,8	61,8	65,4	70,9	83,2	74,9	65,8	

### 5.6 CALCULO DEL NIVEL DE PRESION ACUSTICA ( $NPA_i$ )

De acuerdo con la Norma 11-STPS-2001 este método es aplicable cuando se ha determinado el reconocimiento inicial a aquellas zonas que presentaron mayores niveles y



debe registrarse debidamente en un formato y calcular el promedio de cada octava de Banda por medio de la fórmula No. 12 del capítulo 4:

$$NPA_i = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_j}{10}}$$

**Donde:**

- $NPA_i$  =  $NPA$  promedio por banda  
 $NPA_j$  =  $NPA$  registrado por banda  
 $n$  = Número de muestras

Para cada Frecuencia:

$$NPA_{FREC_{31.5}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{31.5}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{63}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{63}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{125}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{125}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{250}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{250}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{500}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{500}(j)}}{10}}$$



$$NPA_{FREC_{1000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{1000}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{2000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{2000}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{4000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{4000}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{8000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{8000}(j)}}{10}}$$

### CALCULO DEL NPA POR FRECUENCIA O BANDA, PARA EL PUESTO DE TRABAJO “CORTADOR”.

Para la Frecuencia 31.5 Hz:

$$NPA_{FREC_{31.5}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{31.5}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{31.5}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{\frac{43.1}{10}} + 10^{\frac{36.5}{10}} + 10^{\frac{36.7}{10}} + 10^{\frac{38.3}{10}} + 10^{\frac{40.5}{10}} \right]$$

$$NPA_{FREC_{31.5}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{4.31} + 10^{3.65} + 10^{3.67} + 10^{3.83} + 10^{4.05} \right]$$



$$NPA_{FREC_{31.5}} = 10\text{Log} \frac{1}{5} [2.04E4 + 4.46E3 + 4.67E3 + 6.76E3 + 1.12E4]$$

$$NPA_{FREC_{31.5}} = 10\text{Log} \frac{1}{5} [4.75E4]$$

$$NPA_{FREC_{31.5}} = 10\text{Log}[9500]$$

$$NPA_{FREC_{31.5}} = 10[3.977]$$

$$NPA_{FREC_{31.5}} = 39.77$$

Para la Frecuencia 63 Hz:

$$NPA_{FREC_{63}} = 10\text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{63}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{63}} = 10\text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{\frac{58.3}{10}} + 10^{\frac{46.1}{10}} + 10^{\frac{53.3}{10}} + 10^{\frac{56.2}{10}} + 10^{\frac{57.3}{10}} \right]$$

$$NPA_{FREC_{63}} = 10\text{Log} \frac{1}{5} [10^{5.83} + 10^{4.61} + 10^{5.33} + 10^{5.62} + 10^{5.73}]$$

$$NPA_{FREC_{63}} = 10\text{Log} \frac{1}{5} [6.76E5 + 4.07E4 + 2.14E5 + 4.17E5 + 5.37E5]$$

$$NPA_{FREC_{63}} = 10\text{Log} \frac{1}{5} [1.88E6]$$

$$NPA_{FREC_{63}} = 10\text{Log}[3.76E5]$$

$$NPA_{FREC_{63}} = 10[5.575]$$

$$NPA_{FREC_{63}} = 55.75$$



Para la Frecuencia 125 Hz:

$$NPA_{FREC_{125}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{125}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{125}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{\frac{64.3}{10}} + 10^{\frac{57.9}{10}} + 10^{\frac{52.9}{10}} + 10^{\frac{61.8}{10}} + 10^{\frac{63.2}{10}} \right]$$

$$NPA_{FREC_{125}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{6.43} + 10^{5.79} + 10^{5.29} + 10^{6.18} + 10^{6.32} \right]$$

$$NPA_{FREC_{125}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} [2.69E6 + 6.16E5 + 1.95E5 + 1.51E6 + 2.09E6]$$

$$NPA_{FREC_{125}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} [7.10E6]$$

$$NPA_{FREC_{125}} = 10 \text{Log} [1.42E6]$$

$$NPA_{FREC_{125}} = 10 [6.152]$$

$$NPA_{FREC_{125}} = 61.52$$

Para la Frecuencia 250 Hz:

$$NPA_{FREC_{250}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{250}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{250}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{\frac{69.1}{10}} + 10^{\frac{68.3}{10}} + 10^{\frac{67.6}{10}} + 10^{\frac{68.1}{10}} + 10^{\frac{68.4}{10}} \right]$$

$$NPA_{FREC_{250}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{6.91} + 10^{6.83} + 10^{6.76} + 10^{6.81} + 10^{6.84} \right]$$

$$NPA_{FREC_{250}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} [8.13E6 + 6.76E6 + 5.75E6 + 6.46E6 + 6.92E6]$$



$$NPA_{FREC_{250}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} [3.40E7]$$

$$NPA_{FREC_{250}} = 10 \text{Log} [6.80E6]$$

$$NPA_{FREC_{250}} = 10 [6.832]$$

$$NPA_{FREC_{250}} = 68.32$$

Para la Frecuencia 500 Hz:

$$NPA_{FREC_{500}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{500}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{500}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{\frac{78.2}{10}} + 10^{\frac{76.3}{10}} + 10^{\frac{89.1}{10}} + 10^{\frac{76.7}{10}} + 10^{\frac{77.6}{10}} \right]$$

$$NPA_{FREC_{500}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} [10^{7.82} + 10^{7.63} + 10^{8.91} + 10^{7.67} + 10^{7.76}]$$

$$NPA_{FREC_{500}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} [6.61E7 + 4.27E7 + 8.13E8 + 4.68E7 + 5.75E7]$$

$$NPA_{FREC_{500}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} [1.03E9]$$

$$NPA_{FREC_{500}} = 10 \text{Log} [2.05E8]$$

$$NPA_{FREC_{500}} = 10 [8.312]$$

$$NPA_{FREC_{500}} = 83.12$$

Para la Frecuencia 1000 Hz:

$$NPA_{FREC_{1000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{1000}(j)}}{10}}$$



$$NPA_{FREC_{1000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{\frac{83.8}{10}} + 10^{\frac{90.1}{10}} + 10^{\frac{93.4}{10}} + 10^{\frac{82.1}{10}} + 10^{\frac{82.4}{10}} \right]$$

$$NPA_{FREC_{1000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{8.38} + 10^{9.01} + 10^{9.34} + 10^{8.21} + 10^{8.24} \right]$$

$$NPA_{FREC_{1000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 2.40E8 + 1.02E9 + 2.19E9 + 1.62E8 + 1.74E8 \right]$$

$$NPA_{FREC_{1000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 3.78E9 \right]$$

$$NPA_{FREC_{1000}} = 10 \text{Log} \left[ 7.57E8 \right]$$

$$NPA_{FREC_{1000}} = 10 \left[ 8.879 \right]$$

$$NPA_{FREC_{1000}} = 88.79$$

Para la Frecuencia 2000 Hz:

$$NPA_{FREC_{2000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{NPA_{FREC_{2000}(j)}}{10}$$

$$NPA_{FREC_{2000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{\frac{90.6}{10}} + 10^{\frac{93.5}{10}} + 10^{\frac{91.6}{10}} + 10^{\frac{88.7}{10}} + 10^{\frac{89.5}{10}} \right]$$

$$NPA_{FREC_{2000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{9.06} + 10^{9.35} + 10^{9.16} + 10^{8.87} + 10^{8.95} \right]$$

$$NPA_{FREC_{2000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 1.15E9 + 2.24E9 + 1.44E9 + 7.41E8 + 8.91E8 \right]$$

$$NPA_{FREC_{2000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 6.42E9 \right]$$

$$NPA_{FREC_{2000}} = 10 \text{Log} \left[ 1.29E9 \right]$$

$$NPA_{FREC_{2000}} = 10 \left[ 9.111 \right]$$



$$NPA_{FREC_{2000}} = 91.11$$

Para la Frecuencia 4000 Hz:

$$NPA_{FREC_{4000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{4000}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{4000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{\frac{93.5}{10}} + 10^{\frac{93.9}{10}} + 10^{\frac{94.6}{10}} + 10^{\frac{90.6}{10}} + 10^{\frac{92.7}{10}} \right]$$

$$NPA_{FREC_{4000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{9.35} + 10^{9.39} + 10^{9.46} + 10^{9.06} + 10^{9.27} \right]$$

$$NPA_{FREC_{4000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 2.24E9 + 2.45E9 + 2.88E9 + 1.15E9 + 1.86E9 \right]$$

$$NPA_{FREC_{4000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 1.06E10 \right]$$

$$NPA_{FREC_{4000}} = 10 \text{Log} \left[ 2.12E9 \right]$$

$$NPA_{FREC_{4000}} = 10 \left[ 9.325 \right]$$

$$NPA_{FREC_{4000}} = 93.26$$

Para la Frecuencia 8000 Hz:

$$NPA_{FREC_{8000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{NPA_{FREC_{8000}(j)}}{10}}$$

$$NPA_{FREC_{8000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{\frac{83.9}{10}} + 10^{\frac{98.1}{10}} + 10^{\frac{90.8}{10}} + 10^{\frac{81.5}{10}} + 10^{\frac{82.5}{10}} \right]$$

$$NPA_{FREC_{8000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} \left[ 10^{8.39} + 10^{9.81} + 10^{9.08} + 10^{8.15} + 10^{8.25} \right]$$

$$NPA_{FREC_{8000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} [2.45E8 + 6.46E9 + 1.20E9 + 1.41E8 + 1.78E8]$$

$$NPA_{FREC_{8000}} = 10 \text{Log} \frac{1}{5} [8.22E9]$$

$$NPA_{FREC_{8000}} = 10 \text{Log} [1.64E9]$$

$$NPA_{FREC_{8000}} = 10 [9.216]$$

$$NPA_{FREC_{8000}} = 92.16$$

Se efectúa el mismo procedimiento, para calcular el espectro acústico en frecuencias de octavas de banda dB (A) (NPA), de los puestos restantes (Almacenista, Empleado de Mostrador y Administrador).

**Tabla 5.14 Resultados de Espectro Acústico (N.P.A) del Puesto de trabajo “CORTADOR”**

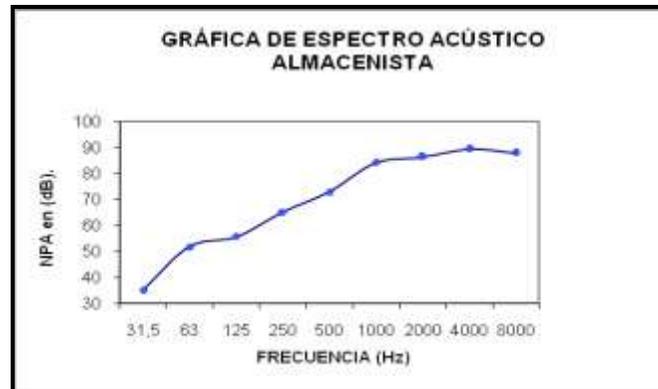
FRECUENCIAS (HZ)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NIVEL DE PRESION (dB)	39.8	55.8	61.5	68.3	83.1	88.8	91.1	93.3	92.2



**Gráfica 5.5 Espectro Acústico (NPA) puesto de trabajo “CORTADOR”**

**Tabla 5.15 Resultados de Espectro Acústico (NPA) del puesto de trabajo “ALMACENISTA”**

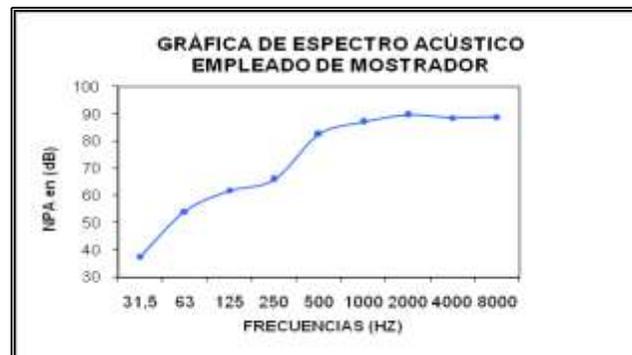
FRECUENCIAS (HZ)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NIVEL DE PRESION (dB)	35.1	51.9	55.8	65.2	72.9	84.3	86.4	89.4	87.9



**Gráfica 5.6 Espectro Acústico (NPA) puesto de trabajo “ALMACENISTA”**

**Tabla 5.16 Resultados de Espectro Acústico (NPA) del puesto de trabajo “EMPLEADO DE MOSTRADOR”**

FRECUENCIAS (HZ)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NIVEL DE PRESION (dB)	37.6	54.1	61.8	65.9	82.5	87.0	89.6	88.6	88.9



**Gráfica 5.7 Espectro Acústico (NPA) puesto de trabajo “EMPLEADO DE MOSTRADOR”**



**Tabla 5.17 Resultados de Espectro Acústico (N.P.A) del puesto de trabajo “ADMINISTRADOR”**

FRECUENCIAS (HZ)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NIVEL DE PRESION (dB)	33.0	48.9	47.8	50.7	62.0	64.7	71.0	83.8	75.2



**Gráfica 5.8 Espectro Acústico (NPA) puesto de trabajo “ADMINISTRADOR”**

Las frecuencias audibles para el ser humano oscilan entre 20 Hz a 1000 Hz, para frecuencias graves y 1000 Hz a 20000 Hz., para frecuencias agudas siendo las últimas las más dañinas para el oído humano.

Como se observa en la gráfica 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, las frecuencias a las que está expuesto el cortador, almacenista, empleado de mostrador y el administrador son de tipo agudas.

### 5.7 CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL AUDITIVA

Para calcular el factor de reducción “R” necesario para determinar el nivel de atenuación de ruido que proporciona un determinado equipo de protección personal auditiva (tapón auditivo), es necesario contar con las características de este tipo de equipo, tales como las frecuencias por octava de banda, así como sus respectivos niveles de presión por octavas, proporcionadas por el fabricante.



### 5.7.1 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN AUDITIVA PROPORCIONADAS POR EL FABRICANTE

Tabla 5.18 Características del equipo de protección auditiva proporcionadas por el fabricante

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	
TIPO:	TAPÓN AUDITIVO
MARCA:	URREA
MODELO:	SURTEK
NRR:	28 dB

Tabla 5.19 Datos del fabricante (TAPÓN URREA)

FRECUENCIAS (HZ)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NIVEL DE PRESION (dB)	24.9	24	25.6	26.4	32.9	36	41.4

El cálculo de la atenuación del equipo de protección personal auditiva se realizó sólo para el puesto de trabajo de "Cortador" ya que como lo marca la NOM-011-STPS-2001 se realizará sólo a aquellos puntos en donde los niveles de ruido excedan los 90 dB.

Según la NOM-011-STPS-2001

Puesto de trabajo "Cortador"

#### L<sub>j</sub>= NPA POR BANDA DE OCTAVA

- L<sub>1</sub>= NPA a 125 Hz= 61.5 dB(A)
- L<sub>2</sub>= NPA a 250 Hz= 68.3 dB(A)
- L<sub>3</sub>= NPA a 500 Hz= 83.1 dB(A)
- L<sub>4</sub>= NPA a 1000Hz= 88.8 dB(A)
- L<sub>5</sub>= NPA a 2000Hz= 91.1 dB(A)
- L<sub>6</sub>= NPA a 4000 Hz= 93.3 dB(A)
- L<sub>7</sub>= NPA a 8000 Hz= 92.2 dB(A)

**Q<sub>j</sub>= ATENUACIÓN**

<b>Q<sub>1</sub></b> = atenuación a 125 Hz	24,9 + 16,2	=	41,1	dB(A)
<b>Q<sub>2</sub></b> = atenuación a 250 Hz	24,0 + 8,7	=	32,7	dB(A)
<b>Q<sub>3</sub></b> = atenuación a 500 Hz	25,6 + 3,3	=	28,9	dB(A)
<b>Q<sub>4</sub></b> = atenuación a 1000 Hz	26,4 + 0	=	26,4	dB(A)
<b>Q<sub>5</sub></b> = atenuación a 2000 Hz	32,9 - 1,2	=	31,7	dB(A)
<b>Q<sub>6</sub></b> = atenuación a 4000 Hz	36,0 - 1	=	35	dB(A)
<b>Q<sub>7</sub></b> = atenuación a 8000 Hz	41,4 + 1,1	=	42,5	dB(A)

<b>(L<sub>j</sub>-Q<sub>j</sub>)/10</b>	<b>10<sup>^</sup> (L<sub>j</sub>-Q<sub>j</sub> /10)</b>
2,04	109,6
3,56	3630,8
5,42	263026,8
6,24	1737800,8
5,94	870963,6
5,83	676083,0
4,97	93325,4
<b>SUMA</b>	<b>3644940,1</b>

$$R_i = NER_i - 10 \text{Log} \sum_{j=1}^7 10^{\frac{L_j - Q_j}{10}} - 10.0$$

$$R_i = 87.1 - 10 \text{Log}(3639407.95) - 10.0$$

$$R_i = 87.1 - 10(6.561) - 10.0$$

$$R_i = 87.1 - (65.61 - 10.0)$$

$$R_i = 87.1 - 55.61$$

$$R_i = 31.5 \text{ dB}$$

Este valor es para el tapón auditivo **marca:** URREA **modelo:** SURTEK, como se muestra en la Tabla 5.20.

Este mismo procedimiento se realiza para los siguientes modelos de tapones auditivos:

- ❖ Classic
- ❖ Max
- ❖ 1100
- ❖ Ultrafit

**Tabla 5.20 Resultados del Factor de Reducción (R) con diferentes tapones**

TIPO	MARCA	MODELO	FACTOR DE REDUCCIÓN R (dB)	PRECIO (\$)
TAPON AUDITIVO	URREA	SURTEK	31.5	15
TAPON AUDITIVO	E.A.R.	CLASSIC	39.3	15.5
TAPON AUDITIVO	HOWERD LEIGHT	MAX	40.5	16
TAPON AUDITIVO	3M	1100	39.9	18
TAPON AUDITIVO	E.A.R.	ULTRAFIT	34.3	15

Dado que el tapón auditivo que tiene un mayor factor de reducción y un costo menor es el modelo: MAX, marca: HOWERD LEIGHT, es el recomendado para el puesto de cortador con un factor de reducción de 40.5 (dB).

Por el alto costo y grado de incomodidad que presentan las conchas auditivas es más recomendable el uso del tapón auditivo antes mencionado.

**CONCLUSIONES**



Al término del presente proyecto se llegó a las conclusiones siguientes:

- 1) El puesto de trabajo cortador es el que esta expuesto a un Nivel de Exposición a Ruido (NER) mayor por lo tanto hay más riesgo de pérdida auditiva.
- 2) La única forma o manera de atenuar el ruido es con equipo de protección auditiva, aislar el equipo (cortadora) no es viable ya que las características del equipo y el proceso de cortado del material no lo permiten.
- 3) El equipo de protección personal auditiva es el **modelo:** MAX, **marca:** HOWERD LEIGHT, nos da un mayor nivel de atenuación 40.5 dB.
- 4) Los tapones auditivos son más viables por precio y comodidad.
- 5) El Nivel de Ruido en el área de corte depende del tipo de material que se esté cortando ya que las frecuencias más agudas corresponden a materiales huecos tales como: perfiles tubulares, PTR, Monten y tubos, los materiales que presentan frecuencias graves son: soleras, ángulos, cuadrados, redondos, caramelos.

# BIBLIOGRAFÍA



1. Fundamentals of Industrial Hygiene; George S. Benjamin M.D. Facs Technical Adviser. Barbara A. Plog, MPH, CIH,CSP, Editor.
2. Noise & Hearing Conservation Manual. Eh Berger, Wd. Ward, JC. Morrill Lh. Royster. American Industrial Hygiene Association.
3. Medicina Laboral y Ambiental. Joseph Ladou. Editorial Manual Moderno México 1999.
4. Seguridad e Higiene Industrial, Alfonso Hernández Zúñiga, Nidia I Malfavón Ramos, Gabriela Fernández Luna. Editorial Limusa S.A de C.V 2007.Grupo Noriega Editores.
5. Sonido y Audición, S.S Stevens, Fred Warshofsky, Segunda Edición, Ediciones Culturales Internacionales, S.A de C.V.
6. Seguridad e Higiene del Trabajo.(Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales) José María Cortes Díaz. Alfa Omega Grupo Editor, S.A. de C.V. México 2002.
7. Principios de Administración Sanitaria.Jhon J. Hanlon M.S. MD MPH.La Prensa Médica Mexicana, México 1999.
8. Manual De Seguridad E Higiene Industrial.; Camilo Janania Abrahán.; México LIMUSA, 1989.
9. Seguridad Industrial. Blake Roland P.; Editorial DIANA, México1970.
10. Manual de Seguridad e Higiene :Para Empresas Comerciales, Industriales y de Servicio.; Eduardo Aguirre Martínez.; Editorial TRILLAS, México 1990.
11. Seguridad industrial.; Roberto Ramírez.; Editorial LIMUSA, México 1989.
12. El Lado Humano en la Prevención de Accidentes: Conceptos y Principios Psicológicos Relacionados con la Seguridad en el Trabajo.; Bruce L. Margolis y William H. Kroes.; Editorial MANUAL MODERNO, México 1979.
13. Diplomado de Seguridad e Higiene Industrial Salud Ocupacional, 5 de Septiembre de 2003 al 31 de Enero de 2004, por el Colegio Nacional de Ingenieros Químicos y Químicos, A.C. Modulo de Ruido impartido por el Ingeniero Genaro Escobar Márquez, FES. ZARAGOZA.
14. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
15. Ley Federal de Metrología y Normalización.
16. Ley Federal del Trabajo.
17. Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.
18. Normas Oficiales Mexicanas Vigentes de la Secretaria del Trabajo y Prevención Social.
19. <http://www.osha.gov>



20. <http://www.stps.gob.mx>
21. <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/biblio/sonometr.htm>
22. <http://www.nonoise.org/quietnet/sienc/niveles.htm>
23. <http://books.google.com.mx/books>
24. <http://es.wikipedia.org>
25. <http://www.ahia.org>