

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



El Ruido Contaminante Auditivo en el Medio Ambiente Laboral

Por:

**LISANIA GARCIA MORALES**

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

Saltillo, Coahuila, México  
Noviembre de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

El Ruido Contaminante Auditivo en Áreas Laborales

Por:

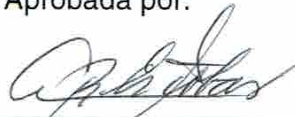
**LISANIA GARCIA MORALES**

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

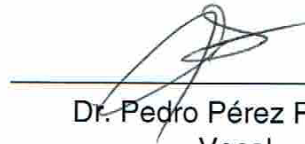
Aprobada por:



MC. Alejandra Rosario Escobar Sánchez  
Presidente del jurado



Dr. José de Jesús Rdz. Sahagún  
Vocal



Dr. Pedro Pérez Rodríguez  
Vocal



MC Sergio Sánchez Martínez  
Coordinador de la división de Ingeniería

Saltillo, Coahuila, México  
Noviembre de 2019

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por haberme dado la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

### **A MIS PADRES**

A mi padre **Bistraín Garcia Pérez**, te dedico este logro con todo mi corazón, me entristece y me llena de lágrimas que no puedas verme en vida, pero se que desde el cielo puedes estar muy orgulloso de lo que ahora soy, porque desde que te fuiste nada ha sido fácil, dejaste un vacío imposible de llenar, fuiste un gran hombre a que tuve la suerte y fortuna de llamar padre.

A mi madre **Juana Morales Morales**, por darme la vida, por cada uno de tus consejos, por apoyarme en cada momento de mi vida, por quererme mucho, gracias por creer en mí y por ayudarme a nunca bajar los brazos cuando todo se complicaba, porque siempre me apoyaste.

Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

## **A MIS HERMANOS**

que cada uno de ellos que puso su confianza en mí, para demostrarles que podemos salir adelante cuando nos lo proponemos, a cada uno de ellos por su motivación, y estar presente en las buenas y en las malas conmigo apoyándome en todo.

Gracias por haber creído en mí, brindarme su amor y su total apoyo para poder terminar este camino largo de mi carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi “**ALMA TERRA MATER**” por permitirme y darme la oportunidad de formarme en ella, por ser la universidad de todos aquellos que buscamos una oportunidad para superarnos, en la cual encontramos una mano amiga para seguir adelante.

A la **MC. Alejandra R. Escobar Sánchez**, al haberme apoyado en todo el transcurso escolar de la carrera y por su asesoramiento para poder concluir este trabajo, por ser la base fundamental de ella.

Al **Departamento de Ciencias del Suelo**, y a todos los que lo conforman: maestros, laboratoristas, secretarias, intendentes y estudiantes, ya que en conjunto participan en la formación de un nuevo profesionalista.

Al Amor de mi vida, **Angel Fernando Cardona Vigil**, por su gran apoyo que siempre ha depositado en mí, porque siempre ha estado ahí cuando más lo necesito, gracias por estar en los buenos y en los malos momentos de mi vida.

A mi primo **Julver Morales García**, por haberme brindado su apoyo y haber creído en mi para salir adelante.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional.

A mis amigos: **Ana María, Ivon, Omar, Magda, Keren, Dani, Erick, Eduardo**. A todos les agradezco su amistad, compañía, y apoyo en los buenos, divertidos y difíciles momentos.

## Índice de contenido

1. Resumen.....	1
2. Introducción .....	2
Justificación del problema.....	3
3. Objetivo general.....	5
4. Metodología.....	6
1. El ruido como contaminante.....	6
1.1. Tipos de ruido.....	6
1.2. Contaminación auditiva.....	8
1.3. Diferencia entre ruido y sonido.....	10
1.4. Consecuencias de la contaminación auditiva.....	11
1.5. Ruido y rendimiento laboral.....	12
1.6. Unidades de medición.....	13
2. Equipo de medición de ruido ambiental.....	14
2.1. Sonómetros.....	14
2.2. Calibradores.....	15
3. Fuentes de contaminación acústica ambiental.....	15
3.1. Fuentes de ruido.....	16
3.2. Tráfico y transportes.....	16
3.3. Construcción y servicios.....	18
3.4. Actividades domésticas y de ocio.....	19
3.5. Ruido industrial.....	19
3.6. De acuerdo con la resolución 627 de 2006 del ministerio de ambiente, Vivienda y desarrollo territorial, el ruido de fondo se define de la siguiente manera.....	20
4. Higiene y seguridad industrial en México.....	21
4.1. Términos utilizados en seguridad e higiene, conceptos y definiciones.....	22
4.2. Control de agentes de riesgos.....	24

5. Normatividad.....	25
5.1. Marco normativo de seguridad e higiene en el trabajo en la república mexicana.....	25
5.2. Definiciones, magnitudes, abreviaturas y unidades de acuerdo a Norma oficial mexicana NOM-011-STPS-2001.....	26
5.2.1. De acuerdo a la norma las magnitudes, abreviaturas y unidades.....	30
5.2.2. Según la norma los límites máximos permisibles de exposición a ruido.....	30
5.2.3. El reconocimiento en campo de acuerdo a la norma Se tiene lo siguiente.....	31
5.2.4. Informes de resultado consignando la siguiente información.....	32
5.2.5. Calibración de equipos en laboratorio y en campo.....	33
5.2.6. Calibración en laboratorio (calibración acreditada) .....	33
5.2.7. Calibración en campo del instrumento.....	34
5.2.8. Toma de datos en una empresa durante el estudio.....	34
5.2.9. Condiciones para la evaluación.....	35
5.3. Norma oficial mexicana NOM-080-ECOL-1994.....	36
5.3.1. Campo de aplicación.....	36
5.3.2. Especificaciones.....	37
5.3.3. Los límites máximos permisibles de emisión de ruido para los vehículos automotores son.....	37
6. Descripción de medidas de mitigación.....	38
6.1. Control de ruido en las empresas.....	39
6.2. Medidas de control para el ruido laboral.....	39
6.3. Elementos de protección auditiva (EPA).....	44
6.3.1. Capacitación de los trabajadores.....	45
7. Sistemas de gestión.....	46
5. Conclusión y recomendaciones .....	48
6. Literatura citada.....	51

## Índice de figuras

<b>Figuras</b>	<b>Pág.</b>
1. Sonómetro para medir los decibeles.....	14
2. Fuentes de ruido en el medio ambiente.....	16
3. Fuente principal de contaminación de ruido.....	17
4. Contaminación aéreo en grandes ciudades.....	18
5. Contaminación por maquinaria de construcción.....	18
6. Contaminación de la industria.....	19
7. Pirámide jurídica de kelsen.....	25
8. Medidas de control para el ruido laboral.....	40

## Índice de Tablas

<b>Tabla No.</b>	<b>Pág.</b>
1. Magnitudes, abreviaturas y unidades.....	30
2. Límites máximos permisibles de exposición.....	31
3. Los límites máximos permisibles de emisión de ruido para los vehículos automotores.....	37
4. Los límites máximos permisibles de motocicletas y triciclos motorizados son expresados en dB(A) de acuerdo a la capacidad de desplazamiento del motor medido en centímetros cúbicos.....	38



## **Resumen**

El presente trabajo trata de la contaminación por ruido, ya que los sonidos indeseados constituyen el estorbo público más generalizado en la sociedad actual.

El ruido es un peligro real y efectivo para la salud del ser humano, ya sea en la casa, en el trabajo, en la calle o donde quiera que estemos, este tipo de contaminación puede ocasionarnos serias tensiones físicas y emocionales.

Básicamente en este trabajo de investigación se trata de conocer un poco más de este problema ambiental que nos afecta a todos los seres humanos y poner en conocimiento el alcance de la contaminación acústica sobre la población y sus posibles repercusiones: nivel de vida y salud.

## **Introducción**

Hace muchas épocas el hombre ha tendido a preservar su bienestar físico y mental, en este proceso pudo haber probado y observado algunas técnicas de higiene y seguridad con la finalidad de sentirse más seguro, al verse asediado por condiciones inseguras a las que pudieron estar sujetos cual fuera el trabajo que desempeñara. Se tuvieron que ir creando técnicas avanzadas que hicieran los trabajos mucho más seguros y así se fue creando un tipo de conciencia sobre la higiene y seguridad, que se hizo más firme y se consolidó con la aparición de leyes que regulaban los procedimientos de trabajo (Kayser B-Internet (2)).

El medio ambiente laboral o de trabajo se refiere a la seguridad y salud de los trabajadores. Es el conjunto de factores que actúan sobre una persona en situación de trabajo en el cual se obtienen una serie de consecuencias para el trabajador como para la empresa.

Las condiciones de trabajo según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) son el conjunto de factores que influyen sobre el bienestar físico y mental de los trabajadores. Son caracterizadas por el intercambio de energía entre el ambiente de una velocidad o dimensión muy alta y una persona (Carranza L,2015).

La seguridad y salud en el trabajo y la prevención, nacieron de la observación cuidadosa de fenómenos o acontecimientos no explicados que causaban lesiones o muerte, posteriormente con el desarrollo de procesos más complejos, se fue avanzando en esta área hasta llegar a la época moderna, donde la tecnología juega un papel valioso de apoyo para el reconocimiento, evaluación y control de

los factores de riesgo. En Colombia, en las tres últimas décadas, se le ha dado un gran impulso a la legislación laboral, con lo cual solo se pretende tener unos ambientes de trabajo con las condiciones mínimas aceptables de seguridad e higiene industrial (Robledo F.H,2014).

En México, la seguridad y salud en el trabajo se encuentra regulada por diversos preceptos contenidos en nuestra Constitución Política, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Ley Federal del Trabajo, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo, así como por las normas oficiales mexicanas de la materia, entre otros ordenamientos. Las normas oficiales mexicanas que emite la Secretaría del Trabajo y Previsión Social determinan las condiciones mínimas necesarias para la prevención de riesgos de trabajo y se caracterizan por que se destinan a la atención de factores de riesgo, a los que pueden estar expuestos los trabajadores (Secretaría de Trabajo y Previsión Social 2012).

### **Justificación del problema**

La contaminación auditiva no solo se vive en las empresas si no en todo nuestro entorno y a diario, es necesario identificar y detectar las condiciones de las emisiones ocasionadas por el ruido, a fin de manejar proyectos de mejora y educación para disminuirlo, ya que la pérdida auditiva es una de las enfermedades ocupacionales, y de cierta forma disminuye la productividad laboral en los trabajadores.

La contaminación auditiva afecta al bienestar social y la salud tanto de hombres como en mujeres, por eso es de gran importancia tomar conciencia y tomar diversas medidas de acción para prevenir esta enfermedad, es importante saber manejar el ruido, esto se puede evitar a través de pláticas, talleres y capacitaciones en las empresas.

Hoy en día los problemas ambientales surgen en todas partes del planeta como en la industria, siendo uno de los de mayor impacto, por la utilización de la nueva tecnología siendo este el impacto acústico (ruido), ocasionando problemas en la salud del hombre.

El interés primordial de ésta investigación es mejorar las condiciones de trabajo, en cuanto al riesgo físico (ruido) en los operarios del área de producción. La importancia radica en analizar los puestos de trabajo y realizar una recopilación sobre el ruido laboral.

## **Objetivo general**

Atraves de este trabajo se pretende recopilar información de diferentes fuentes y hacerlas difundir a las instituciones y asociaciones sobre el impacto acústico(ruido) que existen en diferentes áreas de trabajo, con esto dar a conocer los conceptos de ruido y los riesgos acústicos que generan en el trabajador y poder minimizar o evitar la contaminación acústica en los diferentes puestos de trabajo laboral.

## **Metodología**

La metodología de investigación utilizada para obtener este trabajo, consistió en la recopilación de información principalmente con el uso del internet, debido a que el tema por investigar no es conocido en la Universidad, por lo tanto, no se contaba con el acervo bibliográfico preciso. Además, las instituciones o asociaciones que trabajan con esta línea de investigación no han difundido como debe de ser las investigaciones que han realizado en el país y en el resto del mundo. Debido a esos inconvenientes, solo por medio del internet se podía acceder limitadamente a las investigaciones que se han realizado sobre el impacto acústico (ruido), apoyándonos en libros digitales, Blogs, guías prácticas de investigación, tesis digitales.

### **1. El ruido como contaminante**

El ruido es un elemento que ha estado presente a lo largo de la historia de la humanidad, pero al que hoy más que nunca la gente se ha acostumbrado sin conocer los severos daños que puede provocar en el organismo.

#### **1.1. Tipos de ruido**

**Ruido Continuo.** El Ruido continuo presenta fluctuaciones de nivel despreciables, se produce por maquinaria que opera sin interrupción, por ejemplo: ventiladores, bombas, y equipos de proceso.

**Ruido Fluctuante.** En este tipo de ruido el nivel varía constantemente sin apreciarse estabilidad durante el periodo de observación. Este tipo de ruido generalmente está presente en el quehacer cotidiano.

**Ruido Intermitente.** Es aquel cuyo nivel cae bruscamente, -en varias ocasiones- hasta el nivel de ruido ambiente, tiene mucha relación con el tiempo que dura el suceso; por ejemplo, el paso esporádico de vehículos, aviones, trenes, etc.

**Ruido Impulsivo.** Presenta un gran nivel de ruido alcanzado en tiempos muy cortos (inferiores a 35 ms), una duración breve (menor a 500 ms), el tiempo entre sus máximos es mayor o igual a 1 segundo; y en su medición debe ser considerada la frecuencia con que se repite. Este tipo de ruido es encontrado en explosiones de martinets, troqueladoras y pistolas (Bravo L.A, 2002).

En función de la variabilidad del pico de emisión se pueden distinguir tres tipos de ruido: continuo, intermitente y de impacto. Otra forma de clasificación de los sonidos distingue entre ruido blanco, ruido rosa y ruido marrón.

Con el origen del ruido, se pueden clasificar los ruidos en: ambiental (compuesto por varios sonidos del entorno en el que no destaca uno en particular), específico (identificable y asociado a una única fuente) e inicial (sonido previo a una modificación).

### **Ruido blanco**

Es un tipo de señal de carácter aleatorio y que no presenta correlación estadística entre sus valores en dos tiempos diferentes. Este tipo de ruido presenta todas las frecuencias y su potencia es constante (la potencia de densidad del espectro es plana). Algunos ejemplos de ruido blanco podría ser el sonido producido por una aspiradora en funcionamiento, un secador de pelo. Debe su nombre por asociación con el concepto de 'luz blanca'.

## **Ruido industrial**

El ruido industrial es aquel producido por actividades humanas de este sector. Se produce, por ejemplo, en el funcionamiento de maquinaria en procesos de producción como en el sector de la metalurgia. El ruido industrial no sólo es un riesgo laboral que puede afectar a los trabajadores, sino que también pueden causar trastornos y molestias a la población cercana (por ejemplo, en un pueblo en el que existe una fábrica) y también a la fauna del entorno.

En muchos países existe legislación que regula el ruido industrial para evitar problemas derivados. Algunas de ellas tienen que ver, por ejemplo, con el uso de equipos de protección por parte de los trabajadores o con el aislamiento acústico de determinados locales.

### **1.2. Contaminación auditiva**

Se le denomina contaminación auditiva o acústica a aquella que es generada por el ruido, es decir, por todo sonido no deseado o molesto para el oído que se deriva principalmente de la actividad humana. Los automóviles, aeronaves, la construcción de obra pública, los espacios de esparcimiento y la industria, son las fuentes más comunes de ruido a las que la gente se ha acostumbrado sin conocer los efectos negativos que acarrea a su organismo.

El ruido se mide en decibeles (dB), una unidad que pertenece a la escala con la que se mide la presión sonora y, aunque para determinar el daño que éste pudiera causar en la salud se deben tomar en cuenta otros factores como la frecuencia y el tiempo de exposición (Barbosa J.A, 2013).



**El Sonido:** Es un fenómeno de perturbación mecánica, que se propaga en un medio material elástico (aire, agua, metal, madera, etc.) y que tiene la propiedad de estimular una sensación auditiva.

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

**Dosis de Ruido:** Se define como dosis de ruido a la cantidad de energía sonora que un trabajador puede recibir durante la jornada laboral y que está determinada no sólo por el nivel sonoro continuo equivalente del ruido al que está expuesto sino también por la duración de dicha exposición. Es por ello que el potencial de daño a la audición de un ruido depende tanto de su nivel como de su duración.

**La Audición:** En el complejo mecanismo de la audición intervienen distintas estructuras con características anatómicas y funcionales bien definidas. De afuera hacia adentro, siguiendo la dirección de la onda sonora, estas estructuras son:

- El oído, cuya función es captar la señal acústica (físicamente una vibración transmitida por el aire) y transformarla en impulso bioeléctrico.
- La vía nerviosa, compuesta por el nervio auditivo y sus conexiones con centros nerviosos, que transmite el impulso bioeléctrico hasta la corteza.
- La corteza cerebral del lóbulo temporal, a nivel de la cual se realiza la interpretación de la señal y su elaboración (SRT Superintendencia de Riesgos de Trabajo).

### **1.3. Diferencia entre ruido y sonido**

De una forma genérica, se puede decir que el término 'sonido' es más amplio que el de 'ruido' ya que un ruido es un tipo de sonido que produce sensaciones desagradables. Desde el punto de la vista de la Física, el ruido se diferencia del sonido en que el primero es irregular y no hay concordancia entre los tonos fundamentales y sus armónicos mientras que en el sonido sí existe.

Para la física, el ruido es una perturbación eléctrica que interfiere en la transmisión o el procesamiento de las señales. La agitación térmica de las moléculas del material que forma los conductores o el movimiento desordenado de los electrones y de otros portadores de corriente son algunas de las causas del ruido.

De esta manera, tendríamos que hablar que existe lo que se conoce como contaminación acústica. Un término este que viene a definir al exceso de sonidos y ruidos que existe en una ciudad o localidad y que supone que las personas que lo sufren vean alterada de manera contundente su calidad de vida.

Hasta tal punto puede afectar el ruido a la vida de quienes lo padecen que esas personas pueden sufrir determinadas enfermedades. En concreto, estas patologías pueden ser de tres tipos: psíquicas, fisiológicas y sociológicas.

Estrés, ansiedad, insomnio, depresión o pérdidas de capacidad auditiva son algunas de las enfermedades más frecuentes que pueden padecer quienes tienen que enfrentarse diariamente a problemas de contaminación acústica en el entorno donde tienen sus hogares.

#### **1.4. Consecuencias de la contaminación auditiva**

**Deficiencia auditiva:** Se define como un incremento en el umbral de la audición (el sonido más bajo que un individuo puede captar), que normalmente está en los 0 dB y que puede estar acompañado de un zumbido de oídos. Ocurre al exponerse de manera continua y prolongada a ruidos que exceden los 70 dB, o bien, a uno breve que exceda los 140 dB en el caso de los adultos, y 120 en los niños.

**Trastornos del sueño:** Son ocasionados a partir de los 30 dB, las personas que buscan conciliar el sueño pueden experimentar dificultad para dormir, interrupción o alteración en la profundidad del mismo, cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, incremento del pulso, variación en la respiración, arritmia cardíaca y mayores movimientos corporales. Dado que el sueño ininterrumpido es un prerrequisito para el buen funcionamiento fisiológico y mental, la presentación de cualquiera de los efectos mencionados durante la noche, provocará a la mañana siguiente fatiga, depresión y reducción del rendimiento. Son susceptibles a estos trastornos, los ancianos, los trabajadores que cambian de turno constantemente, así como las personas con propensión al insomnio y las que tienen algún padecimiento físico o mental.

**Alteraciones fisiológicas:** Después de una exposición prolongada a altos niveles de sonido, las personas pueden llegar a desarrollar hipertensión y cardiopatía. El riesgo es mayor para los trabajadores que se exponen al ruido industrial por más de cinco años, así como para quienes viven cerca de aeropuertos, industrias y

calles ruidosas, pues se considera que a largo plazo el ruido del tráfico con niveles de entre 65 y 70 dB también ocasiona problemas cardiovasculares.

**Trastornos mentales:** Aunque el ruido no los causa de forma directa, se presume que puede acelerar e intensificar el desarrollo de trastornos mentales latentes; además, la exposición a altos niveles de ruido en el área laboral se asocia con el desarrollo de neurosis. A pesar de que los resultados de la relación entre el ruido y los efectos en la salud mental no son concluyentes, los estudios que se han realizado acerca del uso de tranquilizantes y pastillas para dormir, así como de síntomas psiquiátricos y tasas de internamientos en hospitales psiquiátricos, sugieren que el ruido urbano puede tener efectos psicológicos negativos (Barbosa J.A, 2013).

### **1.5. Ruido y rendimiento laboral**

Además de los trastornos del sueño que provocan fatiga y, en consecuencia, una reducción en el rendimiento laboral, se ha demostrado que el ruido puede perjudicar algunos procesos cognitivos que se emplean durante las horas de trabajo, tales como la lectura, la atención, la solución de problemas y la memorización, produciendo deficiencias y errores. En otras ocasiones, el ruido actúa como distractor y puede provocar algunos accidentes. Por otra parte, puede producir un efecto desestabilizante que repercute en el desempeño de la persona (Barbosa J.A, 2013).

## 1.6. Unidades de medición

El nivel de presión sonora es una medida de las vibraciones de aire que forman el sonido, relativo a una presión de referencia (20  $\mu$ Pa.) que corresponde al umbral de audición a una frecuencia de 1000 Hz. De esta forma el nivel de presión sonora indica cuantitativamente la relación entre la presión medida y la mínima presión a la que escuchamos. El oído humano puede detectar un amplio rango de niveles de presión sonora, que se miden en escala logarítmica, por ser mucho más manejable que la escala lineal y su unidad es el decibel (dB). El nivel de presión sonora está dado por la ecuación (1).

$$NPS = 20 \text{ Log} \frac{P_i}{P_o} \quad (1)$$

Dónde:

NPS: es el nivel de presión sonora medido en dB;

Pi: es la presión instantánea;

Po: es la presión de referencia de 20  $\mu$ Pa

Los niveles de presión sonora están entre el umbral de audición a 0 dB (20  $\mu$ Pa) y el umbral del dolor a 130 dB (aprox. 100 Pa.) Cuando se trabaja sobre una escala logarítmica, las distintas medidas no pueden ser sumadas o promediadas aritméticamente (Bravo L.A, 2002).

## 2. Equipo de medición de ruido ambiental

### 2.1. Sonómetros

El instrumento más difundido para medir ruido ambiental es el sonómetro, compuesto básicamente por un micrófono, que recibe señales acústicas y las transforma en señales eléctricas; un sistema de amplificación de estas últimas; filtros de ponderación, y un visor que indica los niveles medidos.

De estos componentes el más importante es el micrófono, ya que de su sensibilidad y respuesta de frecuencia depende en gran medida la precisión de la medición. La señal entregada por el micrófono es pre amplificada, para posteriormente atenuarla de acuerdo a la escala en que se desee trabajar; pasa por una red de ponderación de frecuencia (lineal, A, y C) y finalmente por un amplificador antes de entregar una valor analógico o digital de la medición realizada (Bravo L.A, 2002).



Fig.1 Sonómetro para medir los decibeles

## **2.2. Calibradores**

La sensibilidad del micrófono es una característica fundamental para realizar mediciones de ruido ambiental y periódicamente se requiere compensar la variación de sensibilidad del micrófono a lo largo del tiempo. Estas modificaciones en la sensibilidad se deben a pequeñas variaciones en la fuerza tensora del diafragma, variaciones climáticas, golpes, entre otras.

Un instrumento muy usado para calibración de micrófonos es el pistófono, que, gracias al giro de un pequeño motor eléctrico, generan una señal senoidal libre de distorsión y de gran estabilidad de 124 dB a 250 Hz (Bravo L.A, 2002).

## **3. Fuentes de contaminación acústica ambiental**

Las principales fuentes de contaminación acústica del medio ambiente son los equipos industriales, la construcción, la demolición, el ruido generado por la actividad humana, como cortadoras de césped o sopladores de hojas, música fuerte, los perros ladrando, niños jugando al aire libre y eventos como conciertos o festivales.

Otras fuentes importantes de contaminación acústica ambiental, son las relacionadas con el transporte: los autobuses, trenes, automóviles, motocicletas, camiones y las sirenas de vehículos de emergencia, las cuales son la causa más importante de ruido en las zonas urbanas (Bloch M,2013).

### 3.1. Fuentes de ruido

El ruido en ambientes es generado por las siguientes fuentes:

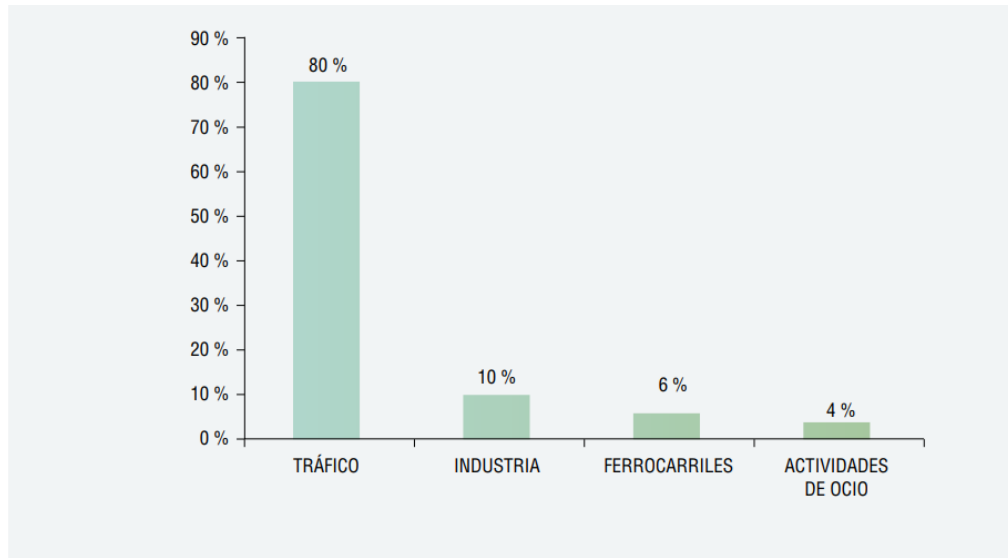


Fig. 2 Fuentes de ruido en el medio ambiente

### 3.2. Tráfico y transportes

Constituyen la principal fuente de contaminación acústica ambiental, Incluyendo el ruido de carreteras, ferrocarriles, y tráfico aéreo.

#### A. Vehículos a motor

Los vehículos más grandes y pesados emiten más ruido que los vehículos más pequeños y ligeros. El ruido de los vehículos se genera principalmente en el motor y por la fricción entre el vehículo, el suelo y el aire.





Fig. 3 Fuente principal de contaminación de ruido

### **B. Ferrocarriles**

El ruido que generan depende de su velocidad, pero varía según su motor, los vagones, los raíles, y sus fijaciones, así como de su rugosidad de ruedas y raíles, las curvas de radio pequeño en el trazado, tal y como suele ocurrir en trenes urbanos, pueden conducir a muy altos niveles de sonido de alta frecuencia producidos por el chirrido de las ruedas, el ruido puede ser generado en las estaciones a causa de motores encendidos, silbatos y altavoces, y fuera de ellas por el cambio de vías.

### **C. Tráfico aéreo**

Los vuelos y operaciones aéreas generan ruido en la vecindad de aeropuertos tanto civiles como militares. Los despegues producen ruido intenso, vibraciones y traqueteos. Los aterrizajes producen ruido en largos pasillos de vuelo a baja altitud. El ruido se produce por los mecanismos de aterrizaje y la regulación automática de potencia, y también cuando se aplica propulsión inversa, todo por medidas de seguridad. Los aviones más grandes y pesados producen más ruido que los más ligeros (Ruido y Salud-Internet (13)).



Fig. 4 Contaminación aérea en grandes ciudades

### 3.3. Construcción y servicios

La construcción y los trabajos de excavación pueden causar emisiones considerables de ruido. Unas variedades de sonidos proceden de grúas, soldaduras, martilleo, perforadoras y otros procesos.

Los servicios municipales como la limpieza de calles y recogida de basuras pueden también pueden causar un ruido considerable, si se lleva a cabo en determinadas horas, los sistemas de aire acondicionado y ventilación, bombas de calor, sistemas de tuberías, ascensores, pueden comprometer el ambiente acústico interior (Ruido y Salud-Internet (13)).



Fig.5 Contaminación por maquinaria de construcción

### **3.4. Actividades domésticas y de ocio**

En áreas residenciales, el ruido puede originarse por aparatos mecánicos (bombas de calor, sistema de ventilación y tráfico) así como por voces música y otras clases de sonidos generados por vecinos, aspiradoras, y otros electrodomésticos, música, fiestas ruidosas, etc...

El comportamiento social no respetuoso es una fuente bien conocida de ruido de viviendas multifamiliares, así como en zonas de ocio (eventos deportivos y de música).

### **3.5. Ruido Industrial**

La industria crea serios problemas de ruido tanto en el exterior como el interior. De hecho, el cuerpo legislativo más extenso y antiguo en cuanto a ruido es el destinado a la protección de los trabajadores frente al ruido industrial.

En ambientes industriales el ruido es producido por la maquinaria y generalmente aumenta con la potencia de las máquinas.

La población general puede verse afectada por el ruido producido por instalaciones fijas, tales como fábricas o lugares de construcción (Ruido y Salud-Internet (13).



Fig. 6 Contaminación en la industria

**3.6. De acuerdo con la resolución 627 de 2006 del ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, el ruido de fondo se define de la siguiente manera**

**Ruido de fondo.** -Ruido total de todas las fuentes de interferencia en un sistema Utilizado para producción, medida o registro de una señal, independiente de la Presencia de la señal, incluye ruido eléctrico de los equipos de medida. El ruido De fondo se utiliza algunas veces para expresar el nivel medido cuando la fuente Específica no es audible y, a veces, es el valor de un determinado parámetro de Ruido, tal como el L90 (nivel excedido durante el 90% del tiempo de medición)”.

**Ruido específico.** -Es el ruido procedente de cualquier fuente sometida a Investigación. Dicho ruido es un componente del ruido ambiental y puede ser Identificado y asociado con el foco generador de molestias.

**Ruido residual.** -Ruido total cuando los ruidos específicos en consideración son Suspendidos. El ruido residual es el ruido ambiental sin ruido específico. No debe Confundirse con el ruido de fondo.

A pesar de que el ruido de fondo no es exactamente igual al ruido residual, para fines prácticos se puede asumir equivalente. Para la medición de estos parámetros, la mencionada resolución establece que se debe hacer una medición durante un tiempo mínimo de 15 minutos con la(s) fuente(s) funcionando en el período de tiempo de mayor emisión o incidencia, y otra medición durante otros 15 minutos sin la(s) fuente(s) específicas funcionando, para determinar el ruido

residual. Para este efecto, el ruido residual debe medirse en el mismo sitio de medición anterior, manteniendo invariables las Condicionantes del entorno. En el caso en el que en un Aeropuerto no sea posible realizar Una medición representativa con y sin fuentes (aviones) funcionando, toda vez que no es posible mantener invariables los condicionantes del entorno ni la posición de la fuente (avión) con respecto al sonómetro, es necesario aplicar otros procedimientos para la medición del ruido ambiental y del ruido de fondo.

#### **4. Higiene y seguridad industrial en México**

Nuestro país no quedo de lado al hecho de que sus trabajadores en muchas ocasiones se vieran inmersos en condiciones inseguras y de desamparo; sin embargo, estas mismas circunstancias son las que impulsaron a los trabajadores a contrarrestar solidariamente tales situaciones.

La carencia de protección al trabajador y la falta de medidas de seguridad e higiene en talleres y establecimientos fabriles dejaron por demás la responsabilidad a los patronos por los daños en el trabajo.

Hasta antes de la revolución de 1910 no existieron más signos de protección al trabajo que dos leyes locales, una de 1904 denominada de José Vicente Villada, para el estado de México, la otra de 1906 de Bernardo reyes, en Nuevo León, por las que se reconocieron el accidente del trabajo y la responsabilidad patronal de la indemnización por el mismo (Hernández A, 2005).

Es en 1917 año en que se eleva a rango constitucional las garantías sociales, que quedan plasmadas en el artículo 123, en cuyo inicio se evoca a la legislación de los estados su reglamentación y que culmina con la ley federal del trabajo de 1931, sin embargo, dadas las exigencias del país dicha ley es revisada, reformada y puesta en vigor el 1° de mayo de 1970.

El mismo artículo constitucional en su fracción XXIX señala la necesidad de establecer un sistema de seguro social, que culmina en 1943, con la promulgación de la ley que crea el instituto mexicano del seguro social.

Es necesario mencionar que dentro del plano gubernamental se encuentra el I.M.S.S, la secretaria de salud, la secretaria del trabajo y previsión (Hernández A, 2005).

#### **4.1. Términos utilizados en seguridad e higiene, conceptos y definiciones**

**Condiciones de trabajo:** son las normas que fijan los requisitos para la defensa de la salud y la vida de los trabajadores en los establecimientos y lugares de trabajo y las que determinan las prestaciones que deben percibir los hombres por su trabajo.

**Medio ambiente de trabajo:** se concibe como las condiciones físicas a aquellas que se encuentran en el lugar de trabajo.

**Seguridad:** es el conjunto de normas, obras y acciones, así como los instrumentos técnicos y legislativos requeridos para proteger la vida humana y la

propiedad del hombre de la acción de fenómenos destructivos, tanto de los provocados por la naturaleza como los originados por la actividad humana.

**Seguridad en el trabajo:** es la aplicación racional que tienen por objeto el diseño de: instalaciones, equipos, maquinarias, procesos y procedimientos de trabajo: capacitación, adiestramiento, motivación, y administración del personal, con el propósito de abatir la incidencia de accidentes capaces de generar riesgos en la salud, incomodidades e ineficiencias entre los trabajadores o daños económicos a las empresas y consecutivamente a los miembros de la comunidad.

**Higiene:** es la disciplina que estudia y determina las medidas para conservar y mejorar la salud, así como para prevenir las enfermedades.

**Higiene en el trabajo:** es la aplicación racional de las técnicas que tienen por objeto el reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales que se originan en el lugar de trabajo, que pueden causar enfermedades, perjuicios a la salud e incomodidades entre los trabajadores o miembros de una comunidad.

**La seguridad e higiene aplicadas a los centros de trabajo** tienen como objetivo salvaguardar la vida y preservar la salud y la integridad física de los trabajadores, por medio del dictado de normas encaminadas tanto a que se les proporcionen las condiciones adecuadas para el trabajo, como a capacitarlos para que se eviten, dentro de lo posible, las enfermedades y los accidentes laborales (Hernández A,2005).

## **4.2. Control de agentes de riesgos**

**Ruido laboral:** Este riesgo se monitorea a través de la realización de mediciones de ruido en las diferentes fuentes sonoras y a través de un cálculo a determinar, por local de trabajo, si los niveles hallados superan el máximo establecido, y así sugerir las medidas correspondientes. Para ello se utiliza un decibelímetro integrador.

Estas mediciones otorgan al profesional información sobre el riesgo acústico al que se encuentra expuesto el personal e identificar las máquinas o zonas más ruidosas de la planta. Las medidas a adoptar van a depender de los niveles obtenidos.

Si los niveles son inferiores a los 85 db(A) de Nivel Sonoro Continuo Equivalente, sólo se realizan nuevos relevamientos para controlar que el nivel medido se mantenga y detectar posibles cambios a causa de incorporación de nuevos equipos o maquinarias, sistemas de ventilación o extracción, falta de mantenimiento, etc.

Si los NSCE son superiores a los 85 db(A), pero no exceden los 90 db(A), se deben realizar exámenes audiométricos. En este caso no resulta obligatorio la entrega de protectores auditivos de acuerdo a lo dispuesto por nuestra legislación, Ley 195/87, Decreto 351/79, Anexo V, Capítulo 13, Item 2, donde se establece la dosis máxima admisible en 90 db(A).

Si los valores obtenidos son mayores a los 90 db(A) es exigible implementar el uso obligatorio de protectores auditivos (Kayser B-Internet (2)).



## 5. Normatividad

### 5.1. Marco normativo de seguridad e higiene en el trabajo en la república mexicana

Hans Kelsen fue un gigante de la Doctrina Jurídica, su propuesta consiste en jerarquizar las leyes y graficar dicha jerarquización por medio de una pirámide en donde en la parte superior se encuentra la constitución política de los estados unidos mexicanos y en la parte inferior las normas oficiales mexicanas.

Según Kelsen, la norma positiva de mayor jerarquía es la constitución, la cual se encuentra en la cúspide de la pirámide jurídica y de ella se deriva el fundamento de validez de todas las otras normas que se encuentran por debajo de ella, es decir, que se trata de un sistema de normas jerarquizadas como una pirámide de varios pisos. La jerarquía jurídica en materia de seguridad e higiene, se puede estructurar como se muestra en la siguiente figura.



Fig. 7 Pirámide jurídica de Kelsen

NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

El Objetivo de la normatividad es 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 (DOF,2002).

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 (DOF,2002).

## **5.2. Definiciones, magnitudes, abreviaturas y unidades de acuerdo a Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001.**

Dentro de esa norma se consideran estos conceptos para el estudio y análisis de proyectos de contaminación de ruido, los cuales son:

**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.

**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.

**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:

donde:

$p$  es la presión acústica instantánea

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

**Nivel sonoro A (NS<sub>A</sub>):** 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:

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<sub>A,T</sub> es igual al NER.

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

**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.

**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.

**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 (DOF,2002).

### 5.2.1. De acuerdo a la norma las 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

Tabla No.1 Magnitudes, abreviaturas y unidades

NOTA: dB y dB(A) están referidos a 20 µPa (DOF,2002).

### 5.2.2. Según la norma los límites máximos permisibles de exposición a ruido

Cálculo para el tiempo de exposición. Cuando el NER en los centros de trabajo, esté entre dos de las magnitudes consignadas (90 y 105 dB A ) (DOF,2002).

## LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE EXPOSICION

NER	TMPE
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

Tabla No.2 Límites máximos permisibles de exposición

### **5.2.3. El reconocimiento en campo de acuerdo a la norma se tiene lo siguiente:**

- a) Identificar las áreas y fuentes emisoras, usando durante el recorrido un sonómetro para conocer el  $NS_A$  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 (DOF,2002).

#### **5.2.4. Informes de resultados consignando la siguiente información**

a) Datos del centro de trabajo evaluado:

1) Nombre, denominación o razón social;

2) Domicilio completo.

b) Datos de la unidad de verificación:

1) Nombre, denominación o razón social de la unidad de verificación;

2) Número de aprobación otorgado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social;

3) Clave y nombre de la norma verificada;

4) Resultado de la verificación;

5) Nombre y firma del representante autorizado;

6) Lugar y fecha de la expedición del dictamen;

7) Vigencia del dictamen.

Para el informe de resultados de los laboratorios de pruebas:

a) Datos del centro de trabajo evaluado:

1) Nombre, denominación o razón social;

2) Domicilio completo.

b) Datos del laboratorio de prueba:

1) Nombre, denominación o razón social;



- 2) Número de aprobación otorgado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social;
- 3) Nombre y firma del signatario autorizado;
- 4) Lugar y fecha de la expedición del informe;
- 5) Conclusiones de la evaluación

La vigencia de los dictámenes emitidos por las unidades de verificación y de los informes de resultados de los laboratorios de pruebas será de dos años, a menos que se modifique la maquinaria, el equipo, su distribución o las condiciones de operación, de tal manera que puedan ocasionar variaciones en los resultados de la evaluación del ruido (DOF,2002).

#### **5.2.5. Calibración de equipos en laboratorio y en campo**

Las calibraciones de equipos deben de estar acreditados para realizar cualquier tipo de estudio de contaminación de ruido tanto en laboratorio como en campo.

Para que ningún cliente tenga alguna inconformidad con dicho estudio realizado y resultados satisfactorios. Con esto se puede saber que cada dato que me arroja el equipo es el correcto.

#### **5.2.6. Calibración en laboratorio (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 (DOF,2002).

#### **5.2.7. Calibración de campo del instrumento**

Se debe de calibrar la instrumentación por medio del calibrador acústico, al inicio y al final de la jornada de medición, de acuerdo a lo indicado en el manual del fabricante. Los valores de la calibración deben anotarse en la hoja de registro correspondiente. Si se encuentra una diferencia de  $\pm 1$  dB o más, entre la calibración inicial y final, se deben anular los resultados de las mediciones de esa jornada (DOF,2002).

#### **5.2.8. Toma de datos en una empresa durante el estudio**

Esta actividad debe realizarse previamente a la evaluación y consiste en recabar técnicos y administrativos 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) (DOF, 2002).

#### **5.2.9. Condiciones para la evaluación**

La evaluación debe realizarse bajo condiciones normales de operación, 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 (DOF,2002).

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 (DOF,2002).

### **5.3. Norma oficial mexicana NOM-080-ECOL-1994**

Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Que la emisión de ruido proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación altera el bienestar del ser humano y el daño que le produce, con motivo de la exposición, depende de la magnitud y del número, por unidad de tiempo, de los desplazamientos temporales del umbral de audición. Por ello, resulta necesario establecer los límites máximos permisibles de emisión de este contaminante (DOF,1995).

El Objetivo de esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (DOF,1995).

#### **5.3.1. Campo de aplicación**

La presente norma oficial mexicana se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel (DOF,1995).

### 5.3.2. Especificaciones

La emisión de ruido que producen los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados se obtiene midiendo el nivel sonoro. El equipo para medir el nivel sonoro de los vehículos automotores y triciclos motorizados será:

Un sonómetro que cumpla con la norma vigente, el cual deberá poseer un certificado oficial de calibración. Un calibrador piezoeléctrico o pistófono específico al sonómetro seleccionado.

Un cable de extensión del micrófono del sonómetro con longitud mínima de 3 m.

Un protector de micrófono contra viento.

Un tripié para el micrófono o equipo receptor (DOF,1995).

### 5.3.3. Los límites máximos permisibles de emisión de ruido

Para los vehículos automotores son:

<b>PESO BRUTO VEHICULAR (Kg)</b>	<b>LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A)</b>
Hasta 3000	86
Más de 3000 y hasta 10000	92
Más de 10000	99

**Tabla No. 3** Los límites máximos permisibles de emisión de ruido para los vehículos automotores

DESPLAZAMIENTO DEL MOTOR EN CENTIMETROS CUBICOS	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES EN dB(A)
<b>Hasta 449</b>	<b>96</b>
<b>De 450 en Adelante</b>	<b>99</b>

**Tabla No.4** Los límites máximos permisibles de motocicletas y triciclos motorizados son expresados en dB(A) de acuerdo a la capacidad de desplazamiento del motor medido en centímetros cúbicos (DOF,1995).

## 6. Descripción de medidas de mitigación

- el encierro de maquinarias,
- pantallas acústicas,
- utilización de equipos silenciosos
- Control de Excavaciones, Remoción de Suelo y de Cobertura Vegetal
- Control de Emisiones Gaseosas, Material Particulado y Ruidos y Vibraciones
- Control de la Correcta Gestión de los Residuos Tipo Sólido Urbano y Peligrosos
- Control del Acopio y Utilización de Materiales e Insumos
- Control de Vehículos, Equipos y Maquinaria Pesada
- Capacitación en temas ambientales y de seguridad

- Restauración de las funciones ecológicas.
- Control del mantenimiento operativo de la planta (Mardones C.R, 2007).

### **6.1. Control de ruido en las empresas**

- Es importante mejorar la seguridad y salud en el trabajo de su empresa con los servicios de medición de ruido o estudios previos, para analizar el espacio donde se genere mayor concentración de ruido.
- El ruido de sus procesos y maquinas industriales puede dañar el oído de sus empleados y provocar demandas de entidades y autoridades locales. La solución no solo se encuentra en la compra de protectores auditivos si no de un estudio de ingeniería para identificar la presión sonora que se genera en el lugar de trabajo. Los ingenieros de sonidos o ingenieros ambientales son reconocidos por evaluar el impacto acústico y asesoran sobre las técnicas más recientes de reducción y control de emisiones de ruido (Ingeso 2015-Internet (8)).

### **6.2. Medidas de control para el ruido laboral**

- Son importantes considerar las medidas de control para el ruido en cada empresa, de acuerdo al documento Guía preventiva para los trabajadores expuestos a ruido, Sección Ruido y Vibraciones (Dra. María Teresa Valenzuela Bravo), Instituto de Salud Pública de Chile. Se puede desarrollar lo siguiente:



Fig. 8 Medidas de control para el ruido laboral

El objetivo de estas medidas de control es establecer las disposiciones mínimas para la implementación y mantención de un programa de vigilancia ambiental para aquellos trabajadores que, debido a la actividad que desempeñan, se encuentran expuestos ocupacionalmente a ruido.

**Campo de aplicación:** es aplicable en todas las empresas que cuenten con trabajadores con exposición ocupacional a ruido.

**Criterios de Planificación:** El diseño de nuevas instalaciones, incorporación de nuevos procesos, o la ampliación y/o modificación de los ya existentes, debe considerar criterios preventivos que permitan mitigar o controlar el ruido. En este sentido algunas medidas son:

- a) Mejorar la ubicación y disposición de los puestos de trabajo, procesos productivos y fuentes generadoras de ruido, a través de la consideración de aspectos arquitectónicos y constructivos del área de trabajo. El ruido se transmite no sólo de forma directa, sino que también lo hace por medio de reflexiones (rebotes) en paredes, techos y pisos, modificando el nivel de ruido que finalmente recibe el trabajador. La existencia de paredes o superficies que se interpongan en el trayecto del ruido entre la fuente de



origen y el(los) trabajador(es), permite minimizar el nivel de ruido final que este recibe.

- b) Se recomienda adquirir maquinaria que cuente con información especificada por el fabricante con respecto a los niveles de emisión de ruido de la misma (potencia acústica (WA)), seleccionando maquinaria de baja emisión de ruido al momento del diseño de una nueva empresa, cambio de tecnología o modificación de un proceso productivo. Consideraciones previas de control de ruido, pueden evitar acciones futuras más complejas para disminuir emisiones de fuentes ruidosas.
- c) Las vibraciones generadas por la maquinaria se pueden transmitir a través de las estructuras, propagándose a distancias considerables y transformándose en una fuente generadora de ruido para trabajadores alejados de éstas. Debido a lo anterior, y en caso de ser necesario, se debe seleccionar maquinaria que cuente con aislación mecánica de vibraciones, o en su defecto, implementar tales dispositivos en aquellas que no dispongan de éstos.

Elaborar procedimientos respecto del uso correcto y mantención de las maquinarias, considerándose las instrucciones del fabricante. La emisión de ruido generada por éstas, depende de su modo de utilización y su mantenimiento. Es fundamental capacitar al trabajador en su uso correcto (Valenzuela M.T,2012).

**Medidas de Control:** El ruido debe ser controlado inicialmente en la fuente u origen. En caso de no ser factible, se deben implementar medidas en el camino de

propagación de éste (desde la fuente hasta el receptor), y en última instancia, considerar medidas de control en el receptor.

Al determinar las medidas de control y/o considerar cambios en las ya existentes, se debe tomar en cuenta la reducción de la exposición a ruido de acuerdo a la siguiente jerarquía:

- a) Medidas de carácter técnico (eliminación de la fuente de ruido, sustitución de la misma y controles de ingeniería).
- b) Medidas de carácter administrativo (señalización, advertencia y/o controles administrativos).
- c) Elementos de protección auditiva (EPA).

**Medidas de Carácter Técnico:** Son aquellas que apuntan a la eliminación de la fuente de ruido, sustitución de la misma y/o aplicación del control de ingeniería para la disminución del ruido generado y transmitido, tanto por vía aérea como por vía estructural. Algunas de estas medidas son:

- a) Eliminación de la(s) fuente(s) sonora(s) generadora(s) de ruido.
- b) Sustitución o adquisición de equipamientos y maquinarias más silenciosas.
- c) Diseño e instalación de cabinas, encierros o barreras totales o parciales, de forma de disminuir y obstaculizar la trayectoria del ruido entre las fuentes y los trabajadores.
- d) Aislamiento mecánico de las trayectorias de propagación de las vibraciones de las máquinas y equipos a través de las estructuras sólidas. La transmisión de vibraciones desde las fuentes de ruido a las estructuras, puede incidir en la

transmisión de energía sonora a lugares apartados de la fuente, afectando a otros trabajadores alejados de la misma.

e) Tratamiento acústico de las superficies interiores de los lugares de trabajo (pisos, cielo, paredes), por medio de la utilización de materiales absorbentes.

f) Modificación de las formas de operación de las maquinarias, de manera que generen menores niveles de ruido.

g) Modificación de las componentes de frecuencia de las fuentes generadoras de ruido a unas con menor posibilidad de daño a la audición de los trabajadores.

h) Reordenamiento y redistribución de las fuentes generadoras de ruido en los lugares de trabajo, permitiendo de esa forma disminuir el número de personas expuestas ocupacionalmente a ruido (Valenzuela M.T,2012).

**Medidas de Carácter Administrativo:** Son aquellas decisiones de carácter administrativo que inciden en una disminución de la exposición ocupacional a ruido de los trabajadores. Algunas de estas medidas son:

a) Implementación y realización de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de todas las fuentes generadoras de ruido, puesto que el nivel de ruido emitido por éstas depende en gran medida de su mantenimiento.

b) Modificación de los métodos de trabajo que apunten a metodologías más silenciosas.

c) Disminución del tiempo de exposición de los trabajadores por medio de métodos organizativos del trabajo (por ejemplo, reducción del tiempo de

exposición individual a las fuentes de ruido, por medio de la rotación del trabajador entre distintos puestos de trabajo, unos con menor nivel de ruido que otros), puesto que el riesgo de daño auditivo, además de depender de la cantidad de energía sonora que el trabajador recibe, también depende del tiempo diario al cual éste se encuentra expuesto.

d) Programación de la producción y modificación de procesos, de modo que determinadas labores ruidosas se efectúen con un número reducido de trabajadores, o en su defecto, en horarios donde haya menor número de éstos.

e) Implementar señalización en todas aquellas áreas o zonas críticas, de forma de advertir e informar adecuadamente a los trabajadores de los riesgos asociados por transitar o permanecer en dicha zona. La señalización debería indicar “Zona Ruidosa” y permanecer siempre en un lugar visible para los trabajadores.

f) Limitar, en la medida de lo posible, el acceso de los trabajadores a las áreas señaladas en el punto anterior.

**6.3. Elementos de Protección Auditiva (EPA):** El uso de EPA por parte de los trabajadores se debe considerar como última medida de protección, siempre y cuando, no sea técnicamente factible la implementación de medidas de carácter técnico y administrativo. No obstante, lo anterior, el uso de EPA también se debe considerar en las siguientes situaciones:

a) Mientras se implementan las medidas de control recomendadas.

b) Cuando se hayan implementado medidas de control, y que, pese a esto, aún existan riesgos residuales de daño auditivo para los trabajadores.

La selección, uso, limpieza, mantención y almacenamiento de los elementos de protección auditiva (EPA) en los lugares de trabajo, deberá ser realizada de acuerdo al documento de referencia vigente establecido por el laboratorio nacional y de referencia en la materia (Valenzuela M.T, 2012).

### **6.3.1. Capacitación de los trabajadores**

La normativa legal sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales en Chile, establece que es obligación dar a conocer al trabajador todos los riesgos y peligros a los cuales se encuentra expuesto producto de su desempeño laboral. Esta disposición, denominada derecho a saber, implica que el trabajador debe ser informado sobre las consecuencias de estas exposiciones, recibiendo una formación en materia preventiva al momento de su contratación.

Los trabajadores deben ser capacitados de forma de lograr un impacto en el comportamiento de éstos. Para tal fin, la capacitación debe incluir sesiones teóricas y prácticas de enseñanza, como asimismo utilizar la metodología más adecuada al grupo de trabajadores.

Los contenidos mínimos que debe incluir una capacitación de este tipo son:

a) Legislación y normativa de referencia asociada a la evaluación de la exposición ocupacional a ruido en los lugares de trabajo.

- b) Conceptos básicos de ruido ocupacional.
- c) Efectos en la audición producto de la exposición ocupacional a ruido, así como sus consecuencias y síntomas.
- d) Modos de utilización de las maquinarias y equipos para reducir al mínimo la emisión de ruido, considerando además, criterios de revisión y mantenimiento de éstas.
- e) Las medidas de prevención y de control de ruido implementadas en los puestos de trabajo, explicitando las del tipo técnico y administrativas.
- f) Los factores que pueden incrementar los efectos del ruido (sustancias ototóxicas, vibraciones, edad, embarazo, etc.).
- g) Aspectos para que el mismo trabajador detecte en forma precoz posibles grados de pérdida auditiva: dificultad para escuchar conversaciones de otras personas o llamados telefónicos; pérdidas temporales de la audición; haber recibido comentarios respecto de los elevados niveles de voz con que conversa; existencia de pitidos en uno u otro oído (Dra. María Teresa Valenzuela Bravo 2012).

## **7. Sistemas de gestión**

La finalidad principal de un Sistema de Gestión Ambiental es proporcionar a las organizaciones los elementos necesarios en materia de protección ambiental para asegurar la prevención y la minimización de los efectos sobre el entorno. Los Sistemas de Gestión tratan de integrar un Sistema de protección ambiental

potencialmente disperso, en uno sólido y organizado, que demuestre que la organización rectora del manejo del medio ambiente tiene el control de todas las fases, incluyendo la planificación, ejecución y control de las actividades y operaciones de los impactos ambientales significativos.

A nivel general, la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental de acuerdo con las normas internacionales de la materia, requiere que la organización encargada del manejo del medio ambiente cumpla con las siguientes premisas:

- a) Contar con políticas y objetivos ambientales destinados a proteger el medio ambiente.
- b) Planificar constantemente las actividades y operaciones de la organización con la finalidad de cumplir las políticas y lograr los objetivos propuestos.
- c) Actualizar permanentemente la normativa legal que rige para estos temas, con la finalidad de adaptar la norma a la realidad vigente en el territorio en que funciona esa organización.
- d) Tener decisión política para emprender cambios en la organización rectora, mejoras en la relación con los usuarios y con la sociedad en general, con la finalidad de forjar una nueva cultura que proteja la naturaleza y sus recursos.
- e) Contar con recursos económicos, humanos y técnicos, que garanticen una eficiente gestión ambiental.

El Sistema de Gestión Ambiental tiene que ser claro, transparente, y susceptible de evaluación y control (Bravo L.A, 2002).

## **Conclusión y recomendaciones**

Existe el conocimiento del efecto negativo que sobre las personas tiene un entorno ruidoso. Las molestias que ocasiona pueden ser de muy distinta índole y van desde trastornos a la hora de dormir e incapacidad para concentrarse hasta lesiones propiamente en la salud, dependiendo de la intensidad y duración del ruido. La contaminación que éste produce se ha convertido, en las grandes concentraciones urbanas, centros de producción y sobre todo en las áreas industriales, siendo uno de los generadores de gran impacto sobre la sociedad; por lo que se debe tomar conciencia de lo importante que es contar con un sistema integrado de seguridad e higiene industrial, y así presentar una mejor manera de disminuir y regular los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales a las que están expuesto los trabajadores. Además, es una forma de cumplir con los reglamentos y todas las disposiciones legales dirigidas a crear un ambiente de trabajo seguro y garantizar el bienestar de cualquier trabajador.

En las empresas manejan el reglamento del equipo de seguridad para el personal que laboran dentro de ella y personal externo que prestan servicio o de visita.

Por lo que es importante recomendar llevar a cabo las siguientes acciones en cada empresa:

- 1.Elaboración o actualización de programas específicos de seguridad.
- 2.Elaboración de procedimientos de emergencia como un documento que contenga conjunto de actividades y procedimientos para controlar una situación de emergencia en el menor tiempo posible para recuperar la capacidad operativa.



3. Estudios de riesgos potenciales (si la empresa es generadora de ruidos que pasen el límite permitido por la normatividad está sujeta a que se le realice estudios de riesgo).

4. Estudios de ambiente laboral.

5. Atención de inspecciones.

6. Mantenimiento preventivo de equipos y herramientas.

Si han fracasado los sistemas de control en la fuente y en el medio, se recurrirá al uso de dispositivos protectores del oído. El éxito de estos implementos depende de la motivación y la educación que se dé al trabajador, para promover su uso correcto. Por lo tanto, requiere de un programa de supervisión y dirección que incluya la explicación clara acerca de los beneficios que el trabajador va a recibir.

En definitiva, se propone las siguientes medidas preventivas para el sector:

- Evaluación de la exposición al ruido.
- La evaluación y medición se realizará cada año en los puestos de trabajo en los que se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, o cada tres años cuando se sobrepasen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción.

De acuerdo a información obtenida, se puede concluir que la contaminación acústica esta en todos los sistemas ambientales sin embargo la normatividad, planes de trabajo y todo lo relacionado al trabajador están enfocadas más en la industria, siendo que existe más variedad de actividades donde están involucrados

los trabajadores tanto dentro y fuera de un área cerrada como los choferes de todo el medio de transporte, mercados, etc. Por lo que se sugiere implementar reglamentos locales para proteger más al trabajador y evitar mayor impacto a la sociedad.

## Literatura citada

1. Alfonso Hernández Zúñiga(2005). seguridad e higiene industrial. Editorial LIMUSA. México.
2. Beatriz Kayser. Higiene y Seguridad Industrial, disponible en: <https://www.aiu.edu/publications/student/spanish/180-207/Higiene-y-seguridad-Industrial.html#t1>
3. Carmen Rivera Mardones (2007). Guía Para la Evaluación de Impacto Ambiental del Ruido. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Gobierno de Chile CONAMA.
4. Dra. María Teresa Valenzuela Bravo (2012).Guía Preventiva para los Trabajadores Expuestos a Ruido. Sección Ruido y Vibraciones. Instituto de Salud Pública, Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. Disponible en: <http://www.ist.cl/wp-content/uploads/2016/12/prexor-Gu%C3%ADa-Preventiva-para-los-Trabajadores-Expuestos-a-Ruido.pdf>
5. DIARIO OFICIAL de la federación (2002). NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001.documento publicado el 17 de abril de 2002. Disponible en [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=734536&fecha=17/04/2002](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=734536&fecha=17/04/2002). México, D.F.
6. Diario Oficial de la Federación (1995). NORMA Oficial Mexicana NOM-080-ECOL-1994. Documento publicado el 13 de Diciembre de 1995. Disponible en <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo68960.pdf>. México, D.F.
7. Fernando Henao Robledo (2014). Seguridad y Salud en el Trabajo (Conceptos Básicos).Tercera Edición. ECOE EDICIONES. Colombia.
8. Ingeso (2015).Existe un control de ruido en las empresas. Seguridad y salud en el trabajo. Publicado el 10 de Diciembre de 2015. Disponible en: <https://ingeso.co/existe-un-control-de-ruido-en-las-empresas/>.
9. Jessica Ayala Barbosa (2013). El ruido como contaminante. Medio de Inv. (Internet), Citado martes 15 de octubre 2013, Disponible en:<https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/923253.el-ruido-como-contaminante.html>.

10. Leslie Carranza (2015). Ambiente Laboral. Publicado el 01 de Mayo 2015. Ergonomía y salud ocupacional. Torreon Coahuila, México.
11. Luis Alberto Bravo Moncayo (2002). Propuesta de modelo de gestión de ruido para el distrito metropolitano de Quito, Ecuador (Tesis de pregrado). UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (Facultad de Ciencias de la Ingeniería), Escuela de Ingeniería Acústica. Valdivia Chile.
12. Michael Bloch (2013). Como Afecta el Ruido al Medio Ambiente. Artículo Citado el 22 de agosto 2013. Green Living Tips. Com. Santiago Arboleda.
13. Ruido y Salud. Disponible en: [https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824)
14. SECRETARÍA DE TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL (2012). Marco normativo de seguridad y salud en el trabajo. Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad y Salud en el Trabajo, Disponible en: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx>. México, D.F.
15. SRT (Superintendencia de Riesgos de Trabajo). El Ruido en el Ambiente Laboral. Guía Práctica N° 2 Gerencia de Prevención. Disponible en: [https://www.srt.gob.ar/images/pdf/Rs85-12\\_Protocolo\\_Ruido\\_Guia\\_Practica.pdf](https://www.srt.gob.ar/images/pdf/Rs85-12_Protocolo_Ruido_Guia_Practica.pdf)

FE DE ERRATAS: Se hace la aclaración que en la hoja de firmas se detecta un error el en título de la presente monografía, que a título se menciona: El Ruido Contaminante Auditivo en Áreas Laborales; y el correcto debe ser: **El Ruido Contaminante Auditivo en el Medio Ambiente Laboral**