

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**“LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO COMO CAUSANTE  
PRINCIPAL DE LA ENFERMEDAD DENOMINADA  
HIPOACUSIA”**

**P O R  
MIGUEL ANTONIO ZAVALA CONSTANTINO**

**Monografía**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

**Torreón, Coahuila**

**Mayo de 2013**

MONOGRAFÍA QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO  
DE:  
INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

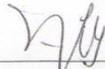
APROBADA POR:

PRESIDENTE



ING. JOEL LIMONES AVITIA

VOCAL



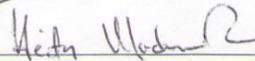
MC. NORMA LETICIA ORTÍZ GUERRERO

VOCAL

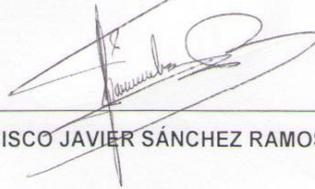


MC. LUIS JAVIER HERMOSILLO SALAZAR

VOCAL SUPLENTE



DR. HÉCTOR MADINAVETIA RÍOS.



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2013

“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

“LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO COMO CAUSANTE PRINCIPAL DE LA  
ENFERMEDAD DENOMINADA HIPOACUSIA”

MONOGRAFÍA QUE SE PRESENTA PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

POR:

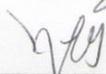
MIGUEL ANTONIO ZAVALA CONSTANTINO

APROBADA POR EL H. CUERPO DE ASESORES

ASESOR PRINCIPAL

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOEL LIMONES AVITIA

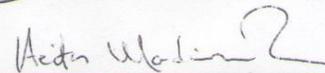
ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
MC. NORMA L. ORTÍZ GUERRERO

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
MC. LUIS JAVIER HERMOSILLO SALAZAR

ASESOR SUPLENTE

  
\_\_\_\_\_  
DR. HECTOR MADINAVETIA RÍOS

  
\_\_\_\_\_  
DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

  
Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2013

## **AGRADECIMIENTOS**

*Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.*

*A mis padres por su apoyo incondicional y por su muy grande amor y confianza que han brindado hacia mí, en cada día de mi vida. Y sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.*

*A mis Hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unión familiar. A Vicente por ser un ejemplo profesional a seguir, a José Eduardo y Karen por llenar mi vida de alegrías y amor.*

*A mi esposa Yareni gracias a tu apoyo he podido culminar este sueño tan anhelado por ambos, por tu compañía como amiga, esposa y por tu sencillez y amabilidad como persona.*

*A mis primos Luis Agustín y Robertoni quienes me apoyaron me guiaron y me cuidaron, en todo momento durante la carrera y a quienes les debo mucho.*

*A mis amigos que siempre me hacían ver las cosas de la mejor manera, me enseñaron a no darme por vencido, me orientaron a siempre salir adelante a todos y a cada uno de ellos muchas gracias.*

*A mis maestros quienes me han enseñado a ser mejor en la vida y a realizarme profesionalmente.*

*Un agradecimiento especial a mi asesor de esta monografía el ing. Joel Limones Avitia por apoyarme a hacer posible este paso importante en mi carrera profesional, el titularme.*

## **DEDICATORIA**

### **A Dios.**

*Dios, por darme 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 mi madre Maricela.**

*Por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por tus consejos, tus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.*

### **A mi padre Miguel.**

*Por los sacrificios que has hecho para poder culminar mi carrera, por los ejemplos de perseverancia y constancia que te caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por tu amor.*

### **A mis hermanos.**

*Vicente por ser el ejemplo de hermano mayor y apoyarme incondicionalmente en mi realización y aconsejarme en todo. José Eduardo por tu gran cariño y acompañamiento durante gran parte de la carrera que fue de vital importancia. Karen Maricela por tu amor y cariño que siempre me has demostrado los quiero mucho.*

## Contenido

<i>AGRADECIMIENTOS</i> .....	iii
<i>DEDICATORIA</i> .....	iv
RESUMEN. ....	vii
I INTRODUCCION.....	1
II OBJETIVO.....	3
2.1 Objetivo general. ....	3
2.2 Objetivo específico.....	3
III REVISION DE LITERATURA .....	4
3.1 El ruido en la historia de la humanidad. ....	4
3.2 Sonido y Ruido.....	5
3.3 Propiedades de las ondas sonoras. ....	6
3.4 Contaminación Acústica.....	8
3.4.1 Que es la Contaminación Acústica? .....	8
3.4.2 Origen de la contaminación acústica .....	8
3.5 Fuentes de ruido. ....	8
3.5.1 Ruido urbano .....	8
3.5.2 Actividades Comerciales .....	12
3.6 Efectos del Ruido .....	14
3.7 Fisiología y Anatomía del Oído. ....	16
3.8 Efectos del ruido sobre el ser humano.....	20
3.9 La Hipoacusia. ....	20
3.9.1 Hipoacusia conductiva. Causas.....	21
3.9.2 Hipoacusia neurosensorial. ....	22
3.9.3 Pérdida auditiva profunda.....	23
3.9.4 Pérdida auditiva severa .....	23
3.9.5 Pérdida auditiva media. ....	23
3.9.6 Pérdida auditiva superficial.....	24
3.10 Efectos Extrauditivos del ruido.....	24
3.10.1 Daño psicosocial.....	24

3.10.2	Malestar .....	25
3.10.3	Interferencia con la comunicación .....	26
3.10.4	Trastornos del sueño .....	26
3.10.5	Efecto en actividades mentales: .....	27
3.11	Legislación ambiental en materia de ruido. ....	28
3.11.1	Normas Oficiales Mexicanas, en materia de prevención y control de la contaminación por ruido:.....	28
3.12	La Higiene industrial. Actuaciones frente al ruido. ....	29
3.12.1	Acciones sobre el Foco: Equipos de trabajo.....	31
3.12.2	Acciones sobre el medio.....	32
3.12.3	Acciones sobre el trabajador. ....	33
3.13	Evaluación del ruido en áreas de trabajo. ....	35
3.13.1	Evaluación del confort acústico. ....	36
IV	CONCLUSION.....	37
V	BIBLIOGRFIA .....	40

## **RESUMEN.**

Comenzando con la expansión tecnológica de la revolución industrial y continuando con la aceleración que siguió a la Segunda Guerra Mundial, el ruido industrial en los países industrializados se ha incrementado de manera gradual y constante por lo que más áreas geográficas han quedado expuestas a considerables niveles de ruido. Aunque en alguna época los ruidos con nivel suficiente para producir cierto grado de pérdida de la audición estaban confinados a fábricas y ciertas ocupaciones, en la actualidad se están registrando en las calles de las ciudades e incluso alrededor del hogar.

Un ciudadano promedio está orgulloso del progreso tecnológico del país y suele estar contento con las cosas que le proporciona la tecnología, como una transportación rápida, aparatos que ahorran trabajo y nuevos dispositivos de entretenimiento. Por desgracia, muchos avances tecnológicos se asocian con el creciente ruido ambiental y grandes segmentos de la población tienden a aceptar una mayor cantidad de ruido como parte del precio del progreso.

Las comunidades de ingenieros y científicos ya cuentan con muchos conocimientos relacionados con el ruido, sus efectos, su abatimiento y control. En ese sentido, el ruido es muy distinto de la mayoría de los demás contaminantes ambientales. Por lo general, existe tecnología para controlar la mayor parte del ruido en interiores y exteriores. Incluso, éste es un caso en el cual el conocimiento de las técnicas de control supera al de los efectos biológicos y físicos del contaminante.

Entre los peligros a la salud causados por el ruido, el más notable suele ser la pérdida auditiva o hipoacusia. La pérdida auditiva ha sido científicamente observada, medida, y establecida con un efecto de los impactos sonoros excesivos.

**Palabras Clave:** Auditivo, biológico, control, hipoacusia, salud.

## I INTRODUCCION

El ruido definido en general como sonido indeseable, es un fenómeno ambiental al que se está expuesto desde antes de nacer y a lo largo de la vida. El ruido también puede considerarse como contaminante ambiental, un producto de desecho generado mientras se realizan varias actividades antropogénicas. De acuerdo con esta última definición, el ruido es cualquier sonido, cualquiera que sea su intensidad, que puede producir un efecto fisiológico o psicológico indeseable en un individuo o que interfiere con sus fines sociales o los de un grupo. Entre estos fines sociales se encuentran todas las actividades de las personas: comunicación, trabajo, descanso, diversión y sueño (Davis, Mackenzie L., Masten, Susan J.).

Como todo desecho que genera el modo de vida de las personas, se producen dos tipos de habituales de contaminantes. El público en general se ha vuelto muy consciente del primer tipo: la masa de residuos relacionados con la contaminación del aire y el agua, que permanecen en el medio ambiente durante periodos extensos. Sin embargo fue hace poco que la atención se concentró en el segundo tipo general de contaminación: los residuos de energía, como el calor de desecho procedente de los procesos de manufactura que generan contaminación térmica en las corrientes. La energía en formas de ondas sonoras también constituye otra clase de residuos energéticos, pero, por fortuna, se trata de uno que no permanece en el medio ambiente por mucho tiempo. La cantidad total de energía que se disipa en forma de sonido por el planeta no es muy grande en comparación con otras formas de energía; solo la extraordinaria sensibilidad del oído es la que permite que una cantidad relativamente pequeña de energía le afecte de manera adversa (Davis, Mackenzie L., Masten, Susan J.).

Se sabe desde hace mucho que un ruido con la intensidad y duración suficiente puede inducir pérdidas de la audición, que van desde un ligero deterioro auditivo hasta casi la sordera total. En general, un patrón de exposición a cualquier fuente

de sonido que lo produzca a niveles bastante altos generará la pérdida temporal de la audición. La exposición persistente a la larga puede ocasionar un deterioro auditivo permanente. Entre los efectos de corta duración, aunque severos, se encuentra la interferencia con la comunicación hablada y la percepción de otras señales auditivas, perturbaciones del sueño y el descanso, molestia, disminución de la capacidad del individuo para realizar tareas complicadas y en general de la calidad de vida(Davis, Mackenzie L., Masten, Susan J.).

Existen razones válidas que explican por qué fue lento el reconocimiento del ruido como contaminante ambiental significativo y peligro potencial o, por lo menos, como un elemento que deteriora la calidad de vida. En primer lugar, si se le define como sonido indeseable, el ruido resulta una experiencia subjetiva: lo que es ruido para una persona puede ser deseable para otra (Davis, Mackenzie L., Masten, Susan J.).

En segundo lugar el ruido tiene un tiempo de decaimiento corto y, por lo tanto, no permanece en el medio ambiente por mucho tiempo, como ocurre con la contaminación del aire y el agua. En el momento en el que un individuo promedio se decide a actuar con el fin de abatir, controlar o, por lo menos, quejarse por el ruido ambiental esporádico, quizá este ya no exista(Davis, Mackenzie L., Masten, Susan J.).

En tercer lugar, los efectos fisiológicos y psicológicos del ruido sobre las personas con frecuencia son sutiles y engañosos, apareciendo de manera tan gradual que al final es difícil asociar la causa con el efecto. Por lo tanto, es probable que las personas cuya capacidad auditiva quizá ya se encuentre afectada por el ruido no lo consideren un problema del todo (Davis, Mackenzie L., Masten, Susan J.).

## **II OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo general.**

Comprobar la relación existente entre la pérdida de la audición por daño al oído y los niveles de ruido a los que está expuesta tanto la población de las áreas urbanas, como los trabajadores obreros, al interior de las fábricas.

### **2.2 Objetivo específico.**

Dar a conocer los niveles de ruido, generados por fuentes móviles y fijas, describiendo los niveles

### **III REVISION DE LITERATURA**

#### **3.1 El ruido en la historia de la humanidad.**

El sonido es algo consustancial con la vida. El trabajo y el desarrollo nos obligan a vivir en un entorno en el cual el mundo de los sonidos se vuelve agresivo para el hombre, de manera que se puede considerar al ruido como un importante contaminante en la actualidad, dando lugar a una clara patología específica. El ruido es uno de los peligros laborales más comunes. Los niveles de ruido peligrosos 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 85 u 80 dBA. 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 aguantar los primeros días o semanas de exposición, suelen tener la sensación de “haberse acostumbrado” al ruido. Sin embargo, lo más probable es que hayan comenzado a sufrir proporciones discapacitantes (Baloh RW).

Los efectos nocivos del ruido sobre la audición se conocen desde hace siglos. En lo que se refiere a la historia de los efectos dañinos del ruido los romanos mencionaban en documentos antiguos la prohibición de hacer rodar carros pesados sobre el pavimento de piedra en la ciudad imperial durante la noche, para no perturbar el descanso de los ciudadanos. En el medioevo otra curiosa ordenanza prohibía a los ciudadanos londinenses pegar a sus mujeres durante la noche, para evitar que sus gritos produjeran el mismo efecto indeseado. Durante el siglo 19, como consecuencia de la revolución industrial, el elevado nivel de ruido

y la frecuencia con la que este aparece, causa un incremento considerable en el número de pérdidas de sensibilidad auditivas. Se empieza a percibir esta pérdida como una enfermedad profesional. En 1934 Crowe describe el daño en el órgano de Corti provocado por el ruido. A mediados de los 30's se desarrollan dos instrumentos indispensables para el estudio del ruido y sus efectos: el sonómetro y el audiómetro. Durante el desarrollo de la segunda guerra mundial la comunidad científica comienza a ocuparse de este gran problema y a finales de los 40's hacen su aparición los primeros protectores auditivos científicamente diseñados.(Matthew JL, Martins RHG)

### **3.2 Sonido y Ruido**

Los sonidos indeseados constituyen el estorbo público más generalizado en la sociedad actual. Y es más que un estorbo, el ruido es un peligro real y efectivo para la salud del pueblo. De día y de noche, en la casa y en el trabajo, en la calle, en el recreo, dondequiera que estemos, el ruido puede ocasionarnos serias tensiones físicas y emocionales. Nadie es inmune al ruido. Aunque aparentemente nos adaptamos a él ignorándole, la verdad es que el oído siempre lo capta, y el cuerpo siempre reacciona, a veces con extrema tensión, como cuando oímos un sonido extraño en medio de la noche (Baloh RW).

La molestia que demostramos cuando nos topamos con ruido desagradable es el síntoma exterior más común de las tensiones que se crean en nuestro interior. Y de hecho, ya que la irritabilidad es un síntoma tan notable, a menudo la usan como criterio para medidas de control de ruido(Matthew JL, Martins RHG)

Otros peligros más serios causados por el ruido han sido menos atendidos quizás por ser más sutiles. Pero debemos estar atentos a las molestias que el ruido nos ocasiona, pues pueden augurar otros males físicos y emocionales(Matthew JL, Martins RHG)

Para entender la forma en que el ruido hace daño al ser humano es importante conocer algunos aspectos de la física del sonido:

Sonido:(lat. sonitus) Sensación producida en el órgano del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos.//(Fís.) Efecto de la propagación de las ondas producidas por cambios de densidad y presión en los medios materiales, y en especial el que es audible(Matthew JL, Martins RHG)

El sonido es un fenómeno esencialmente oscilatorio y para que se presente requiere de tres elementos:

- 1) Una partícula (moléculas)
- 2) Un medio elástico (aire, agua, etc.)
- 3) Una fuerza perturbadora (mecánica)

Este movimiento oscilatorio se caracteriza por tener básicamente dos componentes:

- 1) Una intensidad o amplitud (medible en pascales, N/m<sup>2</sup> o en db) =i
- 2) Una frecuencia (medible en hertz)=p

### **3.3 Propiedades de las ondas sonoras.**

Las ondas sonoras son resultado de la vibración de objetos solidos o la separación de fluidos a medidas que pasan sobre, alrededor o, a través de orificios de objetos sólidos. La vibración o separación provoca que el aire circundante se vea sometido, en forma alterna, a compresión y descompresión. La compresión de las moléculas de aire incrementa localmente la densidad y la presión del aire. Por el contrario, la descompresión provoca un descenso local en la densidad y presión. Estos cambios alternos en la presión son el sonido que detecta el oído humano (Matthew JL, Martins RHG).

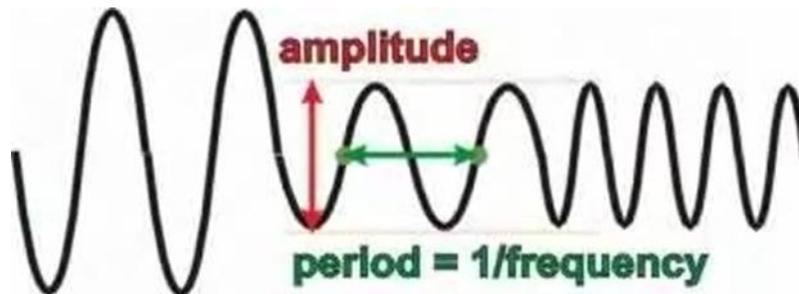
Supóngase que alguien se encuentra en un punto “A”, con un instrumento que medirá la presión del aire en cada 0.000010 s. Si el pistón oscila con un ritmo constante, la compresión y descompresión, se moverá a una velocidad constante, que es la velocidad del sonido “c”. El ascenso y descenso de la presión en la punto de medición “A”, seguirá un patrón cíclico o de onda durante un periodo. Este patrón de onda se denomina sinusoidal. El tiempo transcurrido entre dos crestas o valles de la oscilación se denomina periodo “p”. Lo inverso a esto, es decir, el número de veces que aparece un pico durante un segundo de oscilaciones, se denomina frecuencia “f”. Entonces, el periodo y la frecuencia se relacionan de la siguiente manera:

$$p = 1/f$$

Puesto que la onda de presión se mueve a una velocidad constante, se encontraría que la distancia entre lecturas iguales de presión permanecería constante. La distancia entre cresta o valles de presión adyacentes se denomina longitud de onda “λ”. Entonces, longitud de onda y frecuencia se relacionan de la siguiente manera:

$$\lambda = c/f$$

La amplitud “A”, de la onda es igual a la altura del pico o la profundidad del valle, medidas a partir de la línea de presión cero (Davis, M. L., *et al*).



**Grafica 1** Muestra la onda de presión, desde un punto de generación de ruido, donde se puede observar la amplitud de la onda, así como los periodos, los cuales son iguales a la inversa de la frecuencia.

### **3.4 Contaminación Acústica**

#### **3.4.1 Que es la Contaminación Acústica?**

Podemos definir la contaminación acústica como el exceso de sonido que altera las condiciones ambientales normales en una determinada zona y degrada la calidad de vida de los habitantes de esa zona (Matthew JL, Martins RHG).

El término contaminación acústica hace referencia al ruido (entendido como sonido excesivo y molesto), provocado por la actividad humana (tráfico, industrias, locales de ocio, aviones, etc.), que produce efectos negativos sobre la salud física y mental de las personas. Este término está estrechamente relacionado con el ruido debido a que la contaminación acústica se da cuando el ruido es considerado como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos nocivos para la salud (Baloh RW).

#### **3.4.2 Origen de la contaminación acústica**

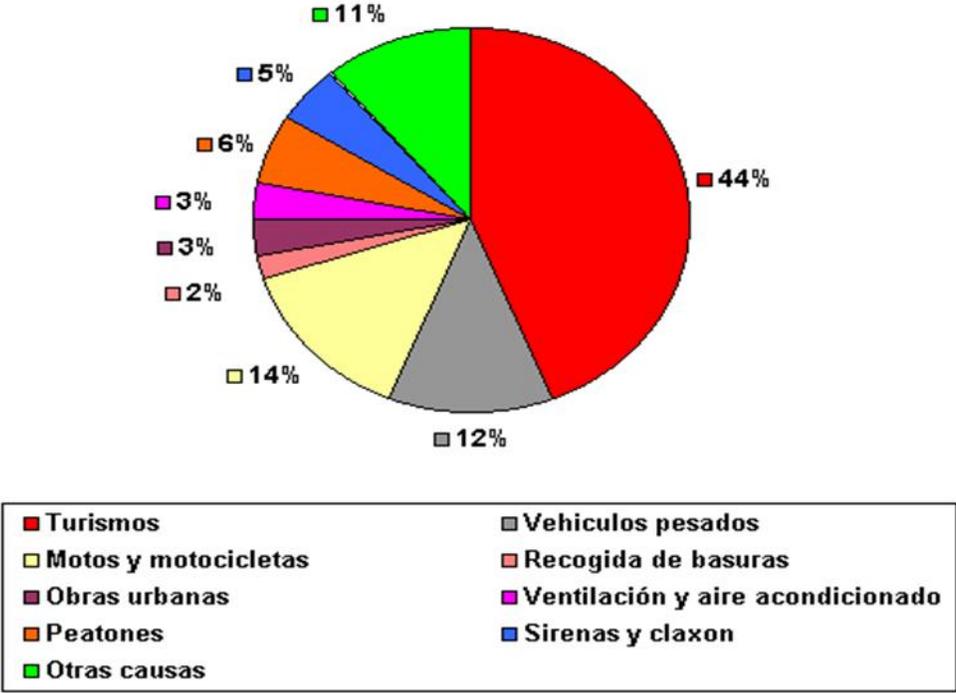
El principal causante de la contaminación acústica es la actividad humana. Aunque el ruido ha existido desde la antigüedad es a partir del siglo pasado, como consecuencia de la Revolución Industrial, del desarrollo de nuevos medios de transporte y del crecimiento de las ciudades, cuando comienza a aparecer el problema de la contaminación acústica tal y como lo conocemos ahora (Baloh RW).

### **3.5 Fuentes de ruido.**

#### **3.5.1 Ruido urbano**

Determinar las posibles fuentes de ruido urbano conlleva un trabajo de campo minucioso y la realización de mapas de ruido para tener un conocimiento de la zona y de todos los agentes contaminantes a tener en cuenta, pero de forma global podemos hablar del tráfico como la causa fundamental de la contaminación acústica en entornos urbanos.

**Fuentes principales de los niveles de ruido urbano**



**Grafica 2** Muestra los porcentajes de las principales fuentes generadoras de ruido urbano, destacando por sus mayor contribución a la contaminación ambiental urbana las actividades conocidas como turismo (ruido de estéreo de carros y ambulante).

a) Automóviles.

El ruido de los vehículos es producido fundamentalmente por el motor y la fricción causada por el contacto del vehículo con el suelo y el aire. Además, en nuestro

país existen una enorme cantidad de autos con los mofles dañados, lo que incrementa el nivel de ruido en un área determinada.

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

Una buena planificación urbana debe proveer unas buenas comunicaciones con un mínimo impacto por contaminación acústica. Esa labor sólo puede ser realizada a través de dos caminos paralelos:

- Un diseño medioambiental óptimo de las vías de comunicación.
- Una planificación compatible del uso del suelo alrededor de las vías.

La contaminación acústica producida por el tráfico se ve influenciada por la velocidad del tráfico, la intensidad del mismo, la presencia de obstáculos en la trayectoria de propagación, la cobertura vegetal del terreno, la fluidez del tráfico, etc.

#### b) Aviones

El impacto de las aeronaves no se limita a las proximidades de los grandes aeropuertos, sino que afecta también, en mayor o menor medida, a una gran parte de las zonas urbanas y rurales de todos los países del mundo. La proliferación de aeropuertos, el aumento del número de personas que utilizan con frecuencia este medio de transporte y la generalización de su uso en el movimiento de carga, han producido un aumento exponencial en el tráfico aéreo a lo largo de estas últimas décadas con el consiguiente aumento de la contaminación acústica en las ciudades.

La navegación aérea ha causado graves problemas de ruido en la comunidad. La producción de ruido se relaciona con la velocidad del aire, característica importante para los aviones y los motores.

c) Ferrocarril

La reciente proliferación de trenes de gran velocidad en muchos países desarrollados supone, desde el punto de vista de la acústica ambiental, un elemento muy negativo. La existencia de trenes subterráneos en las zonas urbanas, tanto en lo referente a las grandes líneas interurbanas en sus rutas de penetración en las ciudades como a las redes metropolitanas, no resuelve totalmente el problema (vibraciones de los edificios, llegada de ruido a la superficie, etc ).

Tabla No. 1 En esta tabla se presenta un resumen de las características de ruido de diferentes tipos de motores de combustión interna, empleados más comúnmente en los hogares.

Fuente	Energía de ruido ponderada en A <sup>a</sup> (kW*h*dia-1)	Nivel típico de ruido ponderado en A a 15.2 m (dB <sub>A</sub> )	Nivel de exposición en 8 h <sup>b</sup> (dB <sub>A</sub> )		Tiempo típico de exposición (h)
			Promedio	Máximo	
Podadoras de césped	63	74	74	82	1.5
Tractores domésticos	63	78	N/A	N/A	N/A
Sierras de cadena	40	82	85	95	1
Barredoras de nieve	40	84	61	75	1
Podadoras de bordes	16	78	67	75	0.5
Aeronaves a escala	12	78	70 <sup>c</sup>	79 <sup>c</sup>	0.25
Barredoras de hojas	3.2	76	67	75	0.25
Generadores	0.8	71			
Cultivadoras.	0.4	70	72	80	1

<sup>a</sup>Con base en estimados del número total de unidades en operación por día.

<sup>b</sup>Nivel equivalente para la evaluación de riesgo relativo al daño auditivo.

<sup>c</sup>Durante la operación del motor.(Davis L. Mackenzie, Masten J. Susan)

### **3.5.2 Actividades Comerciales**

Las actividades comerciales son una fuente de contaminación acústica cada vez más importante, y para evitar la proliferación de zonas contaminadas acústicamente por actividades clasificadas como bares, discotecas, panaderías, etc., la administración impone cada vez más restricciones y normativas que protegen al ciudadano del ruido producido.

#### a) Ruido industrial.

La industria mecánica crea los más graves de todos los problemas causados por el ruido en gran escala y somete a una parte importante de la población activa a niveles de ruido peligroso. Los niveles más altos de ruido son comúnmente causados por componentes o corrientes gaseosas que se mueven a gran velocidad o por operaciones con percusión.

La contaminación acústica industrial está originada por el funcionamiento de los diferentes tipos de máquinas existentes en la industria.

En líneas generales, el ruido industrial se caracteriza por presentar niveles de presión acústica relativamente elevados, con carácter impulsivo o ruidos de alta intensidad y corta duración. La presencia de ultrasonidos, infrasonidos y vibraciones reviste también una gran importancia en ambientes industriales.

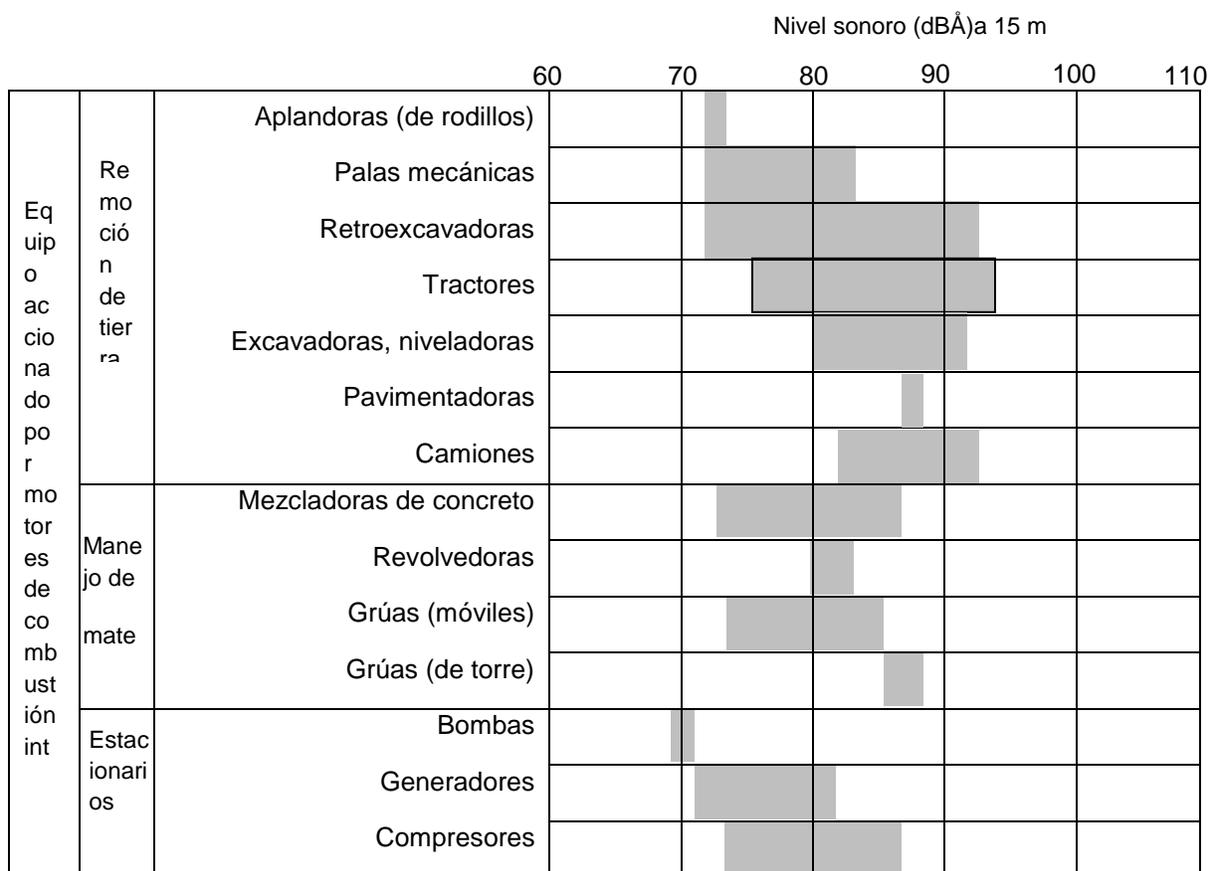
#### b) Construcción de edificios y obras públicas:

La construcción de edificios y las obras públicas son actividades que causan considerables emisiones de ruido. Hay una serie de sonidos provocados por grúas, mezcladoras de cemento, operaciones de soldadura, martilleo, perforación y otros trabajos.

Las obras públicas o la construcción tienen una gran importancia como causa de molestia. Los compresores, martillos neumáticos, excavadoras y vehículos pesados de todo tipo producen unos niveles de ruido tan elevados que son el blanco de muchas de las quejas de los residentes de nuestras ciudades.

A pesar de los esfuerzos realizados para solucionar este problema, los éxitos alcanzados hasta ahora son relativamente modestos. Las estrategias adoptadas difieren considerablemente de unos países a otros, en parte como consecuencia de la diferente sensibilidad que muestran esas mismas sociedades ante el fenómeno que nos ocupa, y en parte debido a las repercusiones tecnológicas, económicas y sociales que comporta cualquier política eficaz de lucha contra el ruido.

Tabla No. 2 En la presente tabla se presentan diferentes intervalos de niveles sonoros de varios tipos de equipos de empleados en las actividades de construcción, lo anterior con base en muestras limitadas de datos disponibles.



Equipos de Impacto	Llaves neumáticas					
	Martillos y taladros neumáticos					
	Máquina de impacto para pilotes					
Otros	Vibrador					
	Sierras					

### 3.6 Efectos del Ruido

Existen varias definiciones de RUIDO, entre ellas están las siguientes:

- 1) Es un sonido desagradable o molesto, generalmente aleatorio que no tiene componentes bien definidos.
- 2) Es todo sonido que causa molestias, interfiere con el sueño, trabajo o que lesione o dañe física o psicológicamente al individuo, la flora y la fauna.
- 3) Son los sonidos cuyos niveles de presión acústica o intensidad en combinación con el tiempo de exposición de los trabajadores a ellos, pueden ser nocivos a su salud o bienestar

Actualmente es aceptado que RUIDO es aquel sonido que por sus características (intensidad >85 dbA) y frecuencia (1000-3000 htz) causan daño al ser humano, mientras que aquellos sonidos que no tienen esas características, que no dañan al hombre pero que si son molestos se consideran como SONIDOS DESAGRADABLES.

Los patrones de ruido se describen de manera cuantitativa por medio de alguno de los siguientes términos: Estado estacionario o continuo, intermitente, e impulsivo o impacto. El ruido continuo es un nivel sonoro ininterrumpido que varía menos de 5 dB durante el periodo de observación. El ruido intermitente es un ruido continuo que perdura y se interrumpe por más de 1 seg. Al ruido impulsivo lo caracteriza un cambio de 40 dB o más de la presión sonora dentro de un periodo de 0.5 seg., con una duración menor de 1 seg.

Los principales males causados por la exposición a ruido son: la interferencia en la comunicación, la pérdida de la audición, la perturbación del sueño, y el estrés. Aunque no se cuenta con pruebas que lo confirmen, se cree que la interferencia en la comunicación oral durante las actividades laborales puede provocar accidentes causados por la incapacidad de oír llamadas de advertencia u otras indicaciones.

Entre los peligros a la salud causados por el ruido, el más notable suele ser la pérdida auditiva. La pérdida auditiva ha sido científicamente observada, medida, y establecida con un efecto de los impactos sonoros excesivos.

La pérdida de la audición puede ser permanente o temporal. El desplazamiento temporal del umbral inducido por el ruido representa una pérdida transitoria de la agudeza auditiva, sufrida después de una exposición relativamente breve al ruido excesivo.

El desplazamiento permanente del umbral inducido por el ruido constituye una pérdida irreversible causada por la exposición prolongada al ruido.

El ruido puede provocar dificultades para conciliar el sueño. Algunos estudios han indicado que la perturbación del sueño se manifiesta cada vez más a medida que los niveles de ruido ambiental sobrepasan los límites de serenidad.

Hay otros efectos más difíciles de establecer. Se cree, por ejemplo, que en algunas personas la tensión de un ruido puede aumentar su susceptibilidad a contraer infecciones y otras enfermedades.

Para otras personas aún más susceptibles, los ruidos podrían ser un factor agravante en enfermedades cardíacas y en otras enfermedades.

Un ruido que le cause molestia o irritabilidad a una persona saludable podría conllevar serias consecuencias para una persona ya enferma física o mentalmente.

El ruido puede actuar como elemento de distracción y puede también afectar el estado psicofisiológico del individuo. El ruido puede modificar, también, el estado de alerta del individuo y aumentar o disminuir la eficiencia

El ruido nos afecta a través de toda la vida. Ha habido indicios de perjuicio al feto cuando las madres han estado expuestas a ruidos industriales o a otros ruidos ambientales excesivos durante el período de embarazo. En la infancia y juventud, los jóvenes expuestos a altos niveles de ruido pueden experimentar dificultad en aprender, o mala salud. Y en la edad avanzada las personas suelen tener dificultad en conciliar el sueño y en descansar.

### **3.7 Fisiología y Anatomía del Oído.**

¿Por qué oímos?

La captación de vibraciones por el ser vivo requiere la posesión por éste de receptores diferenciados. En el caso concreto de las vibraciones sonoras tales receptores están alojados en el oído interno, y su puesta en marcha precisa un acondicionamiento previo del estímulo vibratorio que se realiza en el oído externo y el oído medio, segmentos periféricos del sistema auditivo (Iñiguez S. R.).

El aparato auditivo consta de tres partes principales, oído externo, oído medio y oído interno:

a) Anatomía del oído externo:

El oído externo, que incluye el pabellón de la oreja y el canal auditivo externo, está separado del oído medio por una estructura en forma de disco llamada membrana timpánica (tímpano) (Hildebrand MS, *et al*).

El pabellón auricular se une a la cabeza mediante la piel y se compone principalmente de cartílago, y su función es ayudar a reunir las ondas sonoras y a hacerlas pasar por el canal auditivo externo. Éste mide aproximadamente 2,5 cm y termina en la membrana timpánica. La piel del conducto tiene glándulas especializadas que secretan una sustancia cerosa amarillenta, el cerumen (Hildebrand MS, *et al*)

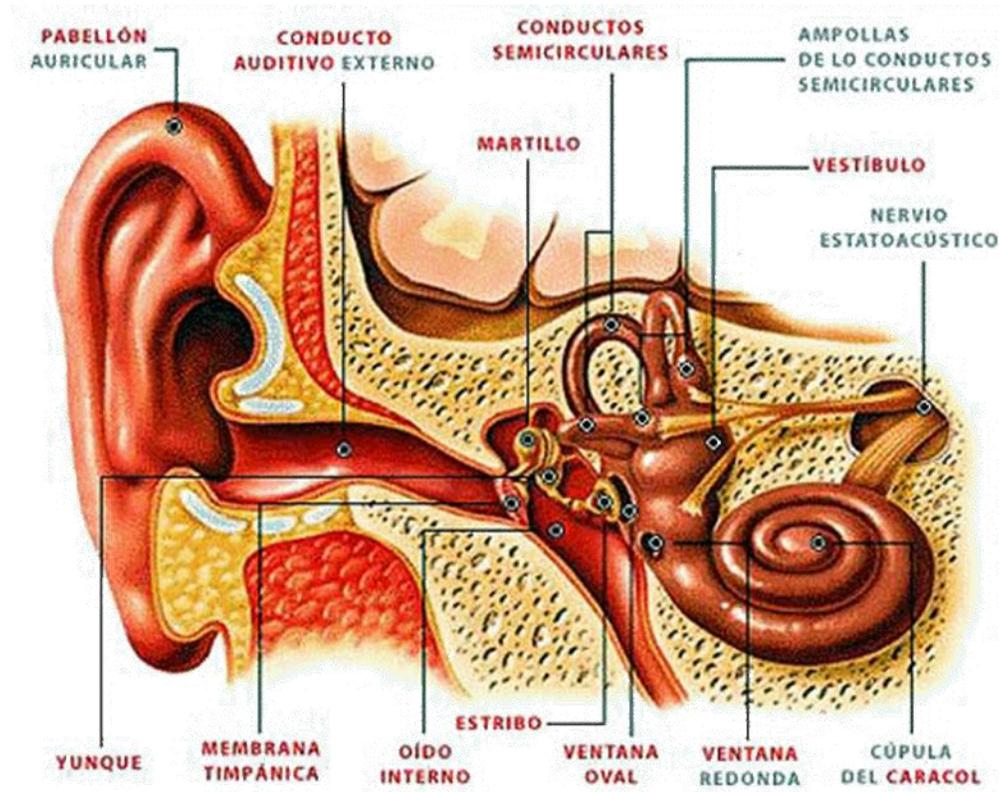


Fig. 1 Descripción de la fisiología y/o anatomía general del oído, donde se pueden observar las tres secciones que integran el sistema de la audición, oído externo, oído medio y oído interno, así como los componentes de cada sección del sistema auditivo.

b) Anatomía del oído medio:

El oído medio se encuentra excavado en el hueso temporal (hueso bilateral de la base del cráneo), en la denominada caja del tímpano(Hildebrand MS, *et al*).

El oído medio es una cavidad llena de aire que contiene tres huesecillos: martillo, yunque y estribo, los cuales se mantienen en su sitio y se mueven mediante articulaciones, músculos y ligamentos que ayudan a la transmisión del sonido.

En la pared que separa el oído medio del interno hay dos orificios pequeños, la ventana oval y la redonda. La base del estribo se asienta en la ventana oval, por donde se transmite el sonido al oído interno. La ventana redonda proporciona una salida a las vibraciones sonora(Hildebrand MS, *et al*).

La trompa de Eustaquio, de aproximadamente 1 mm de ancho y 35 mm de largo conecta el oído medio con la nasofaringe y su función es igualar la presión del oído medio con la de la atmósfera(Hildebrand MS, *et al*).

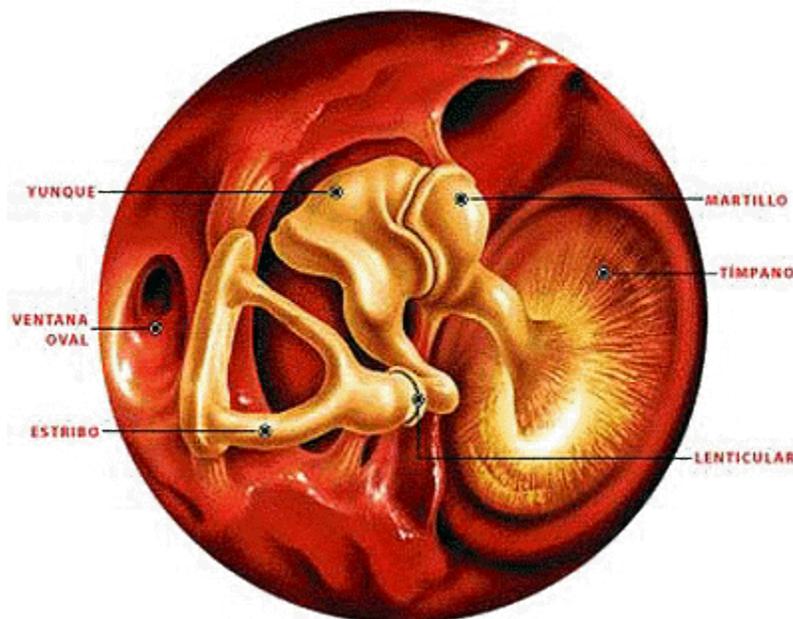


Fig. 2 Fisiología correspondiente al el oído medio, donde se puede observar la ubicación de la ventana oval, el estribo, el tímpano, el lenticular, martillo y el yunque.

c) Anatomía del oído interno:

El oído interno se encuentra alojado profundamente en el hueso temporal y está formado por una serie de estructuras complejas que se encargan de la audición y el equilibrio del ser humano(Iñiguez S. R.).

La cóclea y los canales semicirculares constituyen el laberinto óseo. Los tres canales semicirculares (posterior, superior y lateral) intervienen en el equilibrio.

La cóclea es un tubo óseo con forma de caracol. El techo de la cóclea está revestido por la membrana vestibular y el suelo por la membrana basilar, en la cual descansa el órgano de Corti que es el responsable de la audición(Iñiguez S. R.).

Dentro del laberinto óseo se encuentra el laberinto membranoso sumergido en un líquido llamado perilinfa. El laberinto membranoso incluye utrículo, sáculo y canales semicirculares, conducto coclear y órgano de Corti; contiene, además, un líquido llamado endolinfa(Iñiguez S. R.).Entre estos dos líquidos se establece un delicado equilibrio; muchos trastornos del oído se deben a alteraciones de éste.

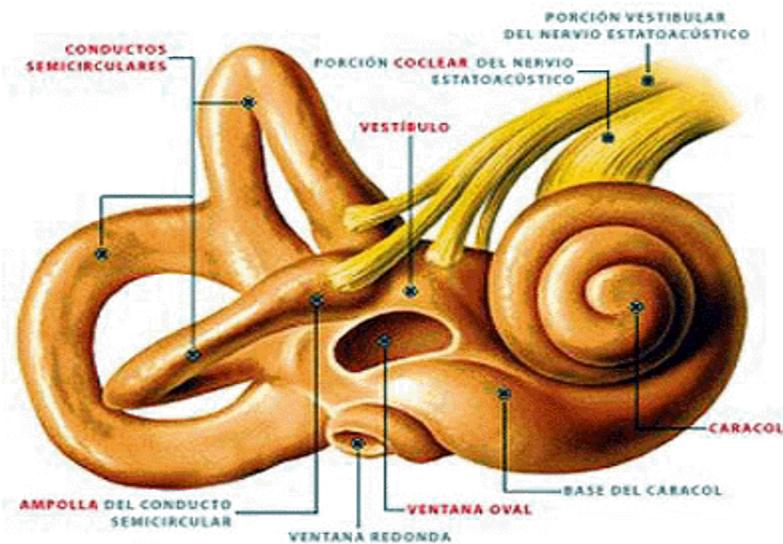


Fig. 3Fisiología correspondiente al oídointerno, compuesto por el caracol, la venta oval, los conductos semicriculares, la ventana redonda, el vestíbulo y la coclear.

### **3.8 Efectos del ruido sobre el ser humano.**

#### 1) Efectos auditivos del ruido

Existen tres diferentes tipos de daño auditivo que pueden ser generados por el ruido:

- a) Trauma acústico agudo (Acoustic Trauma)
- b) Trauma acústico crónico (Noiseinducedhearingloss/NIHL)
- c) Laberintopatía crónica o Trauma de Meniere

#### a) El Trauma acústico crónico

El trauma acústico crónico es un proceso acumulativo donde tanto el nivel de ruido y el tiempo de exposición son importantes. El daño ocurre al azar en personas expuestas sin embargo algunas personas son más susceptibles que otros. Es una lesión irreversible, por lo general bilateral. Las lesiones auditivas producidas por ruido se localizan a nivel de la membrana basilar del oído interno. Hay una lesión degenerativa de las células ciliadas externas de la superficie vestibular y de las de sostén de Deiters. Es por consiguiente una afección coclear, que se traducirá (a la larga) por hipoacusia neurosensorial (Iñiguez S. R.).

### **3.9 La Hipoacusia.**

La hipoacusia, es la incapacidad total o parcial para escuchar sonidos en uno o ambos oídos. Los síntomas de la hipoacusia pueden abarcar:

- Ciertos sonidos que parecen demasiado fuertes.
- Dificultad para seguir conversaciones cuando dos o más personas están hablando.
- Dificultad para oír en ambientes ruidosos.
- Dificultad para diferenciar sonidos agudos (por ejemplo, "s" o "th") entre sí.

- Menos problemas para escuchar las voces de los hombres que las voces de las mujeres.
- Problemas para escuchar cuando hay ruido de fondo.
- Voces que suenan entre dientes o mal articuladas.

Otros síntomas abarcan:

- Sensación de estar sin equilibrio o mareado (más común con la enfermedad de Meniere y el neuroma acústico).
- Presión en el oído (en el líquido detrás del tímpano).
- Ruido o zumbido en los oídos (tinnitus).

Nombres alternativos; Pérdida auditiva; Sordera; Disminución de la audición; Hipoacusia conductiva (Iñiguez S. R.).

### **3.9.1 Hipoacusia conductiva. Causas**

La hipoacusia conductiva ocurre debido a un problema mecánico en el oído externo o el oído medio. Este tipo de pérdida auditiva atenúa el sonido, lo que significa que todo suena mucho más bajo de lo normal. Es posible que los tres minúsculos de los huesos del oído no conduzcan el sonido o que el tímpano no vibre. Es cuando las personas con pérdida auditiva empiezan a subir el volumen de la televisión, hablan más fuerte o dejan de percibir ciertos sonidos como, sus pasos, el crujir de las hojas etc. Y estos puede ser debido a:

- Puede que los tres minúsculos huesos del oído (osículos) no conduzcan el sonido apropiadamente.
- El tímpano puede que no vibre en respuesta al sonido. (Hildebrand MS, et al).

### **3.9.2 Hipoacusia neurosensorial.**

La hipoacusia neurosensorial, ocurre cuando las diminutas células pilosas (terminales nerviosas) que transmiten el sonido a través del oído están lesionadas, enfermas, no trabajan apropiadamente o han muerto. Este tipo de hipoacusia a menudo no se puede neutralizar.

La hipoacusia neurosensorial comúnmente es causada por:

- Neuroma acústico
- Hipoacusia relacionada con la edad
- Infecciones infantiles, como sarampión, meningitis, paperas y escarlatina
- Enfermedad de Meniere
- Exposición regular a ruidos altos (por ejemplo, por el trabajo o la recreación)
- Uso de ciertos medicamentos

La hipoacusia puede estar presente al nacer (congénita) y puede deberse a:

- Anomalías congénitas que provocan cambios en las estructuras del oído
- Trastornos genéticos (se conocen más de 400)
- Infecciones que la madre le transmite al bebé en el útero (como toxoplasmosis, rubéola o herpes)

El oído también puede lesionarse por:

- Diferencias de presión entre la parte interna y externa del tímpano, con frecuencia a raíz del buceo
- Fracturas de cráneo (pueden dañar las estructuras o nervios del oído)
- Traumatismos por explosiones, fuegos artificiales, armas de fuego, conciertos de rock y auriculares

### **3.9.3 Pérdida auditiva profunda.**

En esta pérdida auditiva el paciente ya está prácticamente aislado de la sociedad, si no utiliza Auxiliares Auditivos el entendimiento de las palabras será pobre o nulo en casos graves. Los sonidos que él puede percibir debe de ser tan altos como un disparo, la sirena de una ambulancia, las turbinas de un avión, esta va de 90Db a 120Db como se muestra en la gráfica y puede ser en uno o ambos oídos.

### **3.9.4 Pérdida auditiva severa**

En esta Pérdida Auditiva, el paciente deja de participar en las conversaciones pues no entiende las palabras y las confunde fonéticamente si le dicen "casa" el entiende "cabra", la familia y los seres cercanos le tienen que levantar mucho la voz y él le sube demasiado a la televisión o al radio. Lo peor es que no solo está dejando de escuchar, sino está perdiendo el entendimiento, lo cual hace que cada vez más se aleje de la familia.

Esta va de 60Db a 90Db como se muestra en la gráfica y puede ser en uno o ambos oídos.

### **3.9.5 Pérdida auditiva media.**

En esta pérdida auditiva el paciente ya sabe que tiene un problema de audición, ya que ha dejado de percibir varios sonidos graves y agudos empezando a afectar el entendimiento de las palabras. Inclusive la familia se da cuenta que el paciente está dejando de escuchar porque es cuando comienzan a decir (QUÉ, NO ESCUCHÉ, NO ENTENDÍ) y dejan de escuchar sonidos como el claxon de los carros, el timbre de la puerta, se les dificulta hablar por teléfono, solo por nombrar algunos ejemplos.

Esta va de 40Db a 60Db como se muestra en la gráfica y puede ser en uno o ambos oídos.

### **3.9.6 Pérdida auditiva superficial.**

En esta pérdida auditiva el paciente por lo regular no se da cuenta que está perdiendo la audición, ya que escucha bien algunos sonidos, principalmente tiene pérdida en los tonos agudos no escuchando incluso el crujir de la hojas al caminar. Pero como son sonidos que aunque no escuche, le permiten seguir teniendo una comunicación cómoda, lo que hace muy difícil percibir el problema de Audición.

Esta va de 20Db a 40Db como se muestra en la gráfica y puede ser en uno o ambos oídos. ([www.hipoacusia.mx](http://www.hipoacusia.mx) › Pérdida Auditiva) Marzo 24 de 2013.

Los distintos rangos de pérdida auditiva se clasifican en:

Normal: 0-20 dB

Hipoacusia leve: 20-40 dB

Hipoacusia moderada: 40-60 dB

Hipoacusia severa: 60-80 dB

Hipoacusia profunda o sordera: 80-o más

## **3.10 Efectos Extrauditivos del ruido**

### **3.10.1 Daño psicosocial**

El ruido es uno de los pocos estímulos que desde el nacimiento provoca reflejo de defensa (no es un miedo aprendido), y parece que por su presencia se van a producir efectos psicológicos (que se acompañan normalmente de síntomas físicos) como:

- Dificultad de comunicación.
- Perturbación del reposo y descanso.
- Alteraciones del sueño nocturno.
- Disminución de la capacidad de concentración.
- Malestar, ansiedad, estrés

Estos efectos van a alterar la vida social de la persona y, visto desde una perspectiva global del modo de enfermar, pueden modificar sus relaciones con el entorno.

### **3.10.2 Malestar**

Este es quizá el efecto más común del ruido sobre las personas y la causa inmediata de la mayor parte de las quejas.

La sensación de malestar procede no sólo de la interferencia con la actividad en curso o con el reposo sino también de otras sensaciones, menos definidas pero a veces muy intensa de estar siendo perturbado. Las personas afectadas hablan de intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo, ansiedad o rabia. Todo ello contrasta con la definición de "salud" dada por la Organización Mundial de la Salud: "Un estado de completo bienestar físico, mental y social, no la mera ausencia de enfermedad".

El nivel de malestar varía no solamente en función de la intensidad del ruido y de otras características físicas del mismo que son menos objetivables (ruidos "chirriantes", "estridentes", etc.) sino también de factores tales como miedos asociados a la fuente del ruido, o el grado de legitimación que el afectado atribuya a la misma. Si el ruido es intermitente influyen también la intensidad máxima de cada episodio y el número de éstos.

Durante el día se suele experimentar malestar moderado a partir de los 50 decibelios, y fuerte a partir de los 55. En el periodo vespertino, en estado de vigilia, estas cifras disminuyen en 5 ó 10 decibelios.

### **3.10.3 Interferencia con la comunicación**

El nivel del sonido de una conversación en tono normal es, a un metro del hablante, de entre 50 y 55 dBA. Hablando a gritos se puede llegar a 75 u 80. Por otra parte, para que la palabra sea perfectamente inteligible es necesario que su intensidad supere en alrededor de 15 dBA al ruido de fondo.

Por lo tanto, un ruido superior a 35 ó 40 decibelios provocará dificultades en la comunicación oral que sólo podrán resolverse, parcialmente, elevando el tono de voz. A partir de 65 decibelios de ruido, la conversación se torna extremadamente difícil.

Situaciones parecidas se dan cuando el sujeto está intentando escuchar otras fuentes de sonido (televisión, música, etc.). Ante la interferencia de un ruido, se reacciona elevando el volumen de la fuente creándose así una mayor contaminación sonora sin lograr totalmente el efecto deseado.

### **3.10.4 Trastornos del sueño**

El ruido influye negativamente sobre el sueño de tres formas diferentes que se dan, en mayor o menor grado según peculiaridades individuales, a partir de los 30 decibelios:

- a) Mediante la dificultad o imposibilidad de dormirse.
  
- b) Causando interrupciones del sueño que, si son repetidas, pueden llevar al insomnio. La probabilidad de despertar depende no solamente de la intensidad del

suceso ruidoso sino también de la diferencia entre ésta y el nivel previo de ruido estable. A partir de 45 dB<sub>A</sub> la probabilidad de despertar es grande.

c) Disminuyendo la calidad del sueño, volviéndose éste menos tranquilo y acortándose sus fases más profundas, tanto las de sueño paradójico (los sueños) como las no-paradójicas. Aumentan la presión arterial y el ritmo cardiaco, hay vasoconstricción y cambios en la respiración.

Como consecuencia de todo ello, la persona no habrá descansado bien y será incapaz de realizar adecuadamente al día siguiente sus tareas cotidianas. Si la situación se prolonga, el equilibrio físico y psicológico se ven seriamente afectados.

Con frecuencia se intenta evitar o, al menos paliar, estas situaciones mediante la ingestión de tranquilizantes, el uso de tapones auditivos o cerrando las ventanas para dormir. Las dos primeras prácticas son, evidentemente, poco saludables por no ser naturales y poder acarrear dependencias y molestias adicionales. La tercera hace también perder calidad al sueño por desarrollarse éste en un ambiente mal ventilado y/o con una temperatura demasiado elevada.

### **3.10.5 Efecto en actividades mentales:**

- a) Comprensión de lectura y tareas verbales similares: se encuentra afectada con niveles de más de 70 dbA
- b) Cálculo: afectado con niveles de más de 40 dbA
- c) Memoria: afectado después de los 55 dbA
- d) Actividades complejas de oficina: captación de información auditiva afectada después de los 60 dbA, eficiencia afectada después de los 50 dbA, velocidad y calidad para ejecutar una tarea afectada después de los 64 dbA.

### 3.11 Legislación ambiental en materia de ruido.

#### 3.11.1 Normas Oficiales Mexicanas, en materia de prevención y control de la contaminación por ruido:

- Norma Oficial Mexicana NOM-STPS-2011, Condiciones de seguridad e higiene en los centro de trabajo donde se genere ruido. (D.O.F. 17-IV-2002).

Esta norma es expedida por la Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS) y en ella se establece la metodología para la medición de los niveles de ruido en los centros de trabajo y, se indican los niveles máximos permisibles (límites máximos permisibles) de ruido en el ambiente laboral, de acuerdo a lo señalado en la tabla siguiente:

Tabla 4 Límites máximos permisibles de exposición a ruido en el ambiente laboral, de acuerdo al apéndice A de la Normas Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2002.

Nivel de exposición a ruido (NER)	Tiempo máximo permisible de exposición (TMPE)
90 dB(A)	8 Hrs.
93dB(A)	4Hrs.
96dB(A)	2Hrs.
99dB(A)	1Hrs.
102dB(A)	30 MIN.
105dB(A)	15MIN.

- Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARANT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido en las fuentes fijas y su método de medición (D.O.F. 13 de enero de 1995).

Esta norma es expedida por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y en ella se establece la metodología para la medición de

contaminación por ruido en la periferia de los centros de trabajo que emitan ruido al exterior de los centros laborales, de igual manera, en esta norma se indican los límites máximos permisibles de emisión de ruido por maquinaria o equipos dentro de la empresa (conocido como fuentes fijas), de acuerdo a lo señalado a continuación:

Tabla 5 Límites máximos de emisión de ruido por fuentes fijas, o provenientes de maquinaria y equipo instalados en las industrias y fábricas.

Turnos	Horario	Límite Máximo de emisión
Diurno.	6:00 a 22:00 Hrs.	68 dB(Å)
Nocturno.	22:00 a 6:00 Hrs.	65 dB(Å)

➤ Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes de del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (D.O.F. 13 de enero de 1995).

Esta norma es expedida por la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y en ella se establece la metodología para la medición de contaminación por ruido en los centros urbanos, generada por la circulación de vehículos automotores, tales como camiones, carros, motocicletas y todo tipo de vehículos automotores y que generan contaminación por los escapes, de igual manera se señalan en esta norma, lo límites máximos permisibles de emisión de ruido por todo tipo de automotores (conocidos como fuentes móviles).

### 3.12 La Higiene industrial. Actuaciones frente al ruido.

En la metodología de trabajo de la higiene industrial, se considera que se pueden establecer en principio tres tipos de actuaciones: sobre el foco del ruido, sobre el medio, y sobre el trabajador (Velasco A. J.).

Las acciones establecidas sobre el foco del ruido son las más adecuadas, siempre que sean factibles, ya que estas medidas tienden a eliminar el ruido. En segundo lugar, se deben estudiar acciones para actuar sobre el medio en el cual se expande el ruido. Normalmente estas medidas consisten en frenar el paso de la energía sonora desde el foco de generación hasta el oído del trabajador. Sólo cuando las acciones sobre los otros puntos fallan, deben estudiarse medidas sobre el operario (Velasco A. J.).

En el control del ruido en los puestos de trabajo, se presentan una serie de circunstancias que deben de ser tenidas en cuenta, si se desean unos buenos resultados en la reducción del nivel de ruido de un puesto de trabajo (Velasco A. J.)

La primera circunstancia a tener en cuenta es que el operario durante su jornada laboral puede realizar múltiples tareas, cada una de las cuales someterá al trabajador a una parte del ruido total que recibirá a lo largo de la jornada. El operario realiza su trabajo en un espacio, frecuentemente cerrado, ocupado por otros trabajadores, por lo que no sólo recibe el ruido generado por su equipo de trabajo, sino que recibe una participación importante del ruido emitido en otros puestos de trabajo, y de ruido reflejado si la actividad laboral se ha desarrollado en espacios cerrados. En prevención de riesgos se habla de la exposición del trabajador (inmisión de ruido) y no del ruido emitido por la máquina (Velasco A. J.).

En cualquier caso, siempre que se hace un planteamiento de medidas correctoras para el control del ruido en la industria se deben de tener en cuenta los siguientes puntos:

- 1º El control de ruido es un problema del conjunto máquina, medio y trabajador.
- 2º El objetivo del control es conseguir un ambiente con un nivel de ruido aceptable a un costo también aceptable.
- 3º El éxito de un control, se mide en función del resultado final, es decir, de la reducción del ruido conseguida.
- 4º El conjunto tiene muchos componentes, que pueden ser generadores de ruido.
- 5º El control de ruido puede efectuarse en cualquier punto del conjunto.
- 6º Un control representa, normalmente, un compromiso entre éxito y costo.
- 7º El diseño acústico debe siempre ser compatible con otros aspectos como seguridad, accesibilidad, calidad. (Velasco A. J.).

### **3.12.1 Acciones sobre el Foco: Equipos de trabajo.**

Las medidas sobre el foco, basadas en el diseño de los equipos, están encuadradas dentro de las exigencias establecidas por STPS, sobre equipos de trabajo. En equipos ya instalados, las medidas tendientes a reducir el ruido son generalmente empíricas y no existen métodos de cálculo teóricos que permitan de antemano establecer los resultados que se obtendrán de la medida establecida (Velasco A. J.).

Estos métodos consisten, generalmente, en la modificación de los procesos productivos; en la sustitución de equipos y herramientas neumáticas por herramientas eléctricas; en la eliminación del rozamiento en máquinas en movimiento, en acabado de superficies y en engrase; en el equilibrado de máquinas y alineamiento; en la colocación de silenciosos en los escapes de aire, y otras turbulencias en los movimientos de fluidos; en evitar la transmisión de vibraciones entre componentes colocando uniones elásticas, incorporando materiales amortiguadores entre superficies que chocan e insertando antivibratorios (Velasco A. J.).

Hemos de tener claro que un buen mantenimiento es una parte esencial del control del ruido en los equipos de trabajo (Velasco A. J.).

Las legislaciones establecen que los equipos comercializados deben de indicar el nivel de ruido producido, o aún mejor, el nivel de potencia acústica emitida por la máquina. Ello permite al empresario estimar el nivel de presión sonora que una máquina producirá en el puesto de trabajo o en cualquier punto del entorno como consecuencia de su funcionamiento, teniendo en cuenta las características del local en el que se va a colocar el equipo. No debe de olvidarse que la presión sonora es función no sólo del ruido emitido por la máquina, sino también, de la distancia entre el foco de ruido y el punto considerado, de las dimensiones del local y de las características acústicas del local (Velasco A. J.).

### **3.12.2 Acciones sobre el medio**

Las actuaciones sobre el medio consisten básicamente, en la interposición de materiales en la trayectoria de las ondas para frenar su camino (Velasco A. J.).

El método más conocido es el enclaustramiento o encerramiento en una cabina de equipo ruidoso. Estos cerramientos se construyen con materiales de gran amortiguación para que produzcan grandes disminuciones del nivel sonoro que las atraviesa (Velasco A. J.).

Este método resulta un muy eficaz y sencillo. Su fácil realización hace que sea de amplia utilización en la industria, sin embargo, resulta inviable en los puestos de trabajo que requieren alto contenido manual o una interacción directa y continuada entre el trabajador y el equipo. Otro aspecto a tener en cuenta es que los equipos que disponen de uno o varios motores para su funcionamiento necesitan una adecuada ventilación para disipar el calor producido, esto obliga muchas veces a practicar aberturas en los cerramientos, lo que provoca una pérdida de su eficacia (Velasco A. J.).

Cuando no resulta factible el encerramiento del foco ruidoso, se puede recurrir a un cerramiento parcial del mismo mediante la interposición de una barrera acústica entre el foco y el trabajador, si bien esta segunda solución no resulta tan eficaz como la primera, según se deduce de lo indicado en el punto anterior, puede permitir en ciertos casos una mejora de las condiciones del puesto de trabajo (Velasco A. J.).

Finalmente, sobre el medio se puede actuar mediante el acondicionamiento acústico del local, colocando material absorbente en las paredes que eliminen las ondas reflejadas que contribuyen a aumentar el ruido soportado por el trabajador. Este método también resulta de gran interés en los puestos de trabajo en los cuales el problema es de falta de inteligibilidad, como es en el sector servicios y en la enseñanza en particular (Velasco A. J.).

El acondicionamiento acústico resulta de gran utilidad en esta última área considerada, pero es de eficacia limitada en el campo industrial, ya que sólo reduce el ruido reflejado pero no actúa sobre el ruido directo que desde el foco llega al trabajador. Tanto en las industrias alimentarias como en los locales de grandes dimensiones el acondicionamiento acústico resulta ineficaz. Por un lado, las industrias alimentarias en las que las superficies por exigencias de higiene deben de ser superficies con unas características determinadas, muchas veces contrarias a la utilización de materiales absorbentes en las paredes. Por otro, los locales de grandes dimensiones con los focos de ruido y los trabajadores situados en la zona central están demasiado alejados de las paredes como para que el método resulte eficaz (Velasco A. J.).

### **3.12.3 Acciones sobre el trabajador.**

Sobre el trabajador se actúa en la prevención de riesgos de diversas formas, la primera es la vigilancia de la salud del trabajador siempre que exista un riesgo para el mismo (Velasco A. J.).

La vigilancia de la salud en el caso de los trabajadores expuestos al ruido supone entre otras pruebas la realización de audiometrías, destinadas a establecer el nivel umbral de audición de cada trabajador a diversas frecuencias, mediante ensayos con sonidos de frecuencias determinadas (Velasco A. J.).

Otra actuación exigible sobre trabajadores expuestos a ruidos, es la obligación de informarle y formarle sobre el riesgo considerado: qué es, qué representa para su salud, de qué actuaciones dispone para protegerse frente al agresivo, de los métodos de trabajo, de la utilización de equipos de protección individual y de las normas de profilaxis (Velasco A. J.).

Finalmente, en la industria se dispone para proteger al trabajador, de equipos de protección individual, que según indica el Real Decreto 1316/89, han de utilizarse cuando todos los métodos citados anteriormente y estudiados previamente por el empresario, han resultado ineficaces o inviables, bien sea por las características del trabajo, por el costo del control, o por cualquier otra circunstancia (Velasco A. J.).

Los equipos de protección individual de cualquier tipo que vayan a ser utilizados en la empresa, deben de cumplir con las normativas existentes al respecto, sobre comercialización de equipos de protección individual, sobre utilización de equipos de protección individual (Velasco A. J.).

Entre otras cosas en este último Real Decreto, se exige al empresario que valore la adecuación del equipo de protección seleccionado para un puesto de trabajo, frente al nivel de ruido existente en el puesto en el que dicho equipo vaya a utilizarse, y frente a todos los demás factores que puedan presentar un riesgo durante su uso. Para ello se ha desarrollado una norma UNE-458 para poder realizar de forma correcta las estimaciones necesarias y previas a la utilización de un equipo de protección individual en un puesto de trabajo (Velasco A. J.).

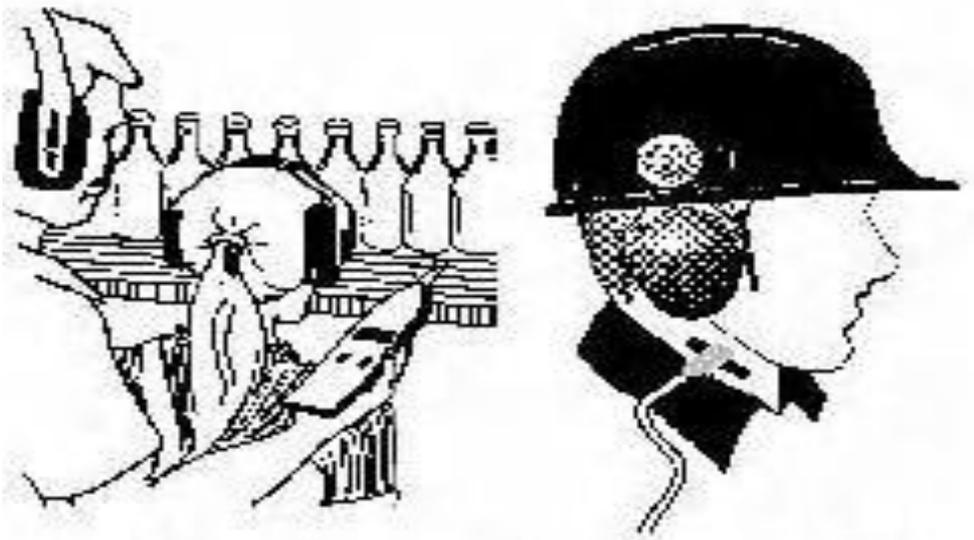
### 3.13 Evaluación del ruido en áreas de trabajo.

Durante un estudio de acústica (por ejemplo de evaluación de ruido industrial) se evalúa la intensidad y frecuencia del sonido o ruido.

En relación a la Intensidad del sonido se evalúan tres parámetros:

- Nivel de presión acústica, (potencia acústica, intensidad acústica)
- Nivel sonoro "A"(NS "A"): Es el nivel de presión acústica ajustado a la función de ponderación denominado "A", con una presión de referencia de 20 Micropascales, se abreviara NS"A"
- Nivel sonoro continuo equivalente(NSCE): Es el nivel sonoro dbA que si estuviera presente durante 40 horas por semana daría el mismo índice compuesto de exposición al ruido, que los distintos niveles sonoros medidos en una semana

En lo que se respecta a la frecuencia del sonido se evalúa lo que se conoce como espectro acústico, utilizando como referencia la frecuencia central de las bandas de octava.



### 3.13.1 Evaluación del confort acústico.

Una de las formas de determinar el confort acústico es a través de la evaluación del nivel de interferencia del habla (Speech Interference Level /SIL) el cual se obtiene a través de obtener el promedio de la intensidad en dBA de las frecuencias de 500 a 2000. Un promedio de más de 60 dBA ya se considera poco confortable.

Tabla 6

SIL (en dB)	Máxima distancia a la que una conversación normal se considera satisfactoriamente inteligible(en metros)	Máxima distancia a la que una conversación en voz elevada se considera satisfactoriamente inteligible(en metros)
35	7.5	15
40	4.2	8.4
45	2.3	4.6
50	1.3	2.6
55	.75	1.5
60	.42	.85
65	.15	.50
70	.13	.26

#### **IV CONCLUSION**

Existe clara conciencia 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 dichas, dependiendo de la intensidad y duración del ruido. La contaminación que éste produce se ha convertido, en las grandes concentraciones urbanas y centros de producción, en un grave problema.

La expresión contaminación por ruido engloba una infinidad de problemas que de una u otra forma sufrimos a diario; el tráfico de los automóviles, los trenes y aviones, el elevado nivel sonoro de algunos electrodomésticos constituyen tres ejemplos cotidianos. Cada uno de estos problemas necesita un análisis exhaustivo para poder arbitrar, desde el punto de vista técnico y económico, medidas correctoras idóneas. Existe además otro elemento a tener en cuenta, que aumenta la complejidad del análisis. Se trata de la subjetividad del individuo en lo que se refiere a la percepción y valoración del ruido desde el punto de vista del confort acústico. Un simple ejemplo ilustra mejor que mil palabras esta idea. El automovilista es bien consciente de lo molestos que pueden resultar ruidos muy poco significativos -v.gr. el producido por un limpia parabrisas en mal estado, las pequeñas vibraciones del salpicadero o el pequeño chirrido periódico de un amortiguador- respecto al nivel total de presión sonora. El hecho de que la percepción del sonido sea tan subjetiva es por tanto un factor esencial a tener en cuenta a la hora de eliminar ruidos molestos, de aquí que el nivel de presión sonora no sea en modo alguno criterio suficiente, ni adecuado, para representar correctamente las sensaciones reales del oído.

Cuando se pretende reducir los efectos nocivos del ruido sobre un receptor se puede abordar el problema estudiando la fuente, su vía de transmisión o el propio receptor. La reducción de la emisión de la fuente suele ser la medida correctora más eficaz, si bien resulta a veces insuficiente, además de implicar pérdidas,

generalmente, de las prestaciones del elemento emisor. Sin embargo se comprueba con frecuencia que no basta con limitar el estudio a la fuente sino que es necesario, además, abordar el problema de sus vías de propagación -una combinación, en la mayoría de los casos, de transmisión por vía estructural y aérea- desde la fuente al receptor. Finalmente, cuando la atenuación conseguida al actuar sobre la fuente y las vías de transmisión del ruido se considera insuficiente, no queda más remedio que acometer el aislamiento del receptor.

- Las causas de la hipoacusia a menudo se puede tratar y abarcan:

Daño a los pequeñísimos huesos (osículos) que están justo detrás del tímpano

Líquido que permanece en el oído después de una infección auditiva

Objeto extraño alojado en el conducto auditivo externo

Agujero en el tímpano

Cicatriz en el tímpano a raíz de infecciones repetitivas

- Algunos de los exámenes que se pueden realizar son:

Audiometría (una prueba auditiva empleada para verificar el tipo y la magnitud de la hipoacusia)

Tomografía computarizada o resonancia magnética de la cabeza (en caso de sospecharse un tumor o una fractura)

Timpanometría

- Las siguientes cirugías pueden ayudar a algunos tipos de hipoacusia:

Reparación del tímpano

Colocación de tubos en el tímpano para extraer líquido

Reparación de los pequeños huesos del el oído (osiculoplastia)

- Lo siguiente puede ayudar con la hipoacusia prolongada:

Dispositivos para la pérdida auditiva

Ayudas para la audición

Técnicas de aprendizaje para ayudar a comunicarse

Lenguaje de señas (para aquellos con hipoacusia grave)

## V BIBLIOGRAFIA

Baloh RW, Jen J. Hearing and equilibrium. In: Goldman L, Schafer AI, eds. Cecil Medicine. 24th ed. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier; 201.

Hildebrand MS, Husein M, Smith RJH. Genetic sensorineural hearing loss. In: Cummings CW, Flint PW, Haughey BH, et al, eds. Otolaryngology: Head & Neck Surgery. 5th ed. Philadelphia, Pa: Mosby Elsevier; 2010.

Arts HA. Sensorineural hearing loss in adults. In: Cummings CW, Flint PW, Haughey BH, et al, eds. Otolaryngology: Head & Neck Surgery. 5th ed. Philadelphia, Pa: Mosby Elsevier; 2010.

Lonsbury-Martin BL, Martin GK. Noise-induced hearing loss. In: Cummings CW, Flint PW, Haughey BH, et al, eds. Otolaryngology: Head & Neck Surgery. 5th ed. Philadelphia, Pa: Mosby Elsevier; 2010.

Bauer CA, Jenkins HA. Otologic symptoms and syndromes. In: Cummings CW, Flint PW, Haughey BH, et al, eds. Otolaryngology: Head & Neck Surgery. 5th ed. Philadelphia, Pa: Mosby Elsevier; 2010.

Ei Dib RP, Matthew JL, Martins RHG. Interventions to promote the wearing of hearing protection. Cochrane Database Syst Rev. 2012;4:CD005234. DOI: 10.1002/14651858. CD005234.pub5.

BEHAR(1995), Control del Ruido. Editorial Trillas.

Berry B: Jiggins M: (2000). An inventory of UK research on noise and health from 1994 to 1999. Centre for mechanical and Acoustical metrology. National Physical Laboratory.

ISO 9612:1997 Acoustics—Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment.

BS ISO 9921-1:1996 Ergonomic assessment of speech communication. Speech interference level and communication distances for persons with normal hearing capacity in direct communication (SIL method) Standard:

Kryter Karl D, (1994) The Handbook of Hearing and The Effects of noise: Physiology, Psychology and Public Health, Academic Press.

Ministerio de Sanidad Y Consumo. Comisión de Salud Pública. Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud (2000). Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica. Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica. Ruido. Madrid, España.

NIOSH: Preventing Occupational Hearing Loss. A Practical Guide. 1996

Workers' Compensation Board of British Columbia. (2005), Sound Advice a Guide to Hearing Conservation Programs. ISSN 1497-2948. Canada.

Organización Panamericana de la Salud. "Criterios de salud ambiental: El ruido". Mexico; 1980.

Viñolas Prat, Jordi.- "Contaminación por ruido: formulación del problema y de las medidas a adoptar para reducir sus efectos".

Ponce.inter.edu/whoiswho/organiza/abacus/ismael/ruido.html.- "El Ruido".

Ergonomia Ambiental (Ruido Industrial). Dr. José Luis Vallejo González. EMT, MC erg. Agosto del 2006

El Ruido en la Industria. Jesús Velasco Abasolo. Responsable del Área de Higiene Industrial de FREMAP, Mutua de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social de Vizcaya.

- Alves-Pereira M. y N. Casteló-Branco. 2004. "Vibroacoustic disease: The need for a new attitude noise". CITIDEP & DCEA-FCT-UNL. Lisboa, Portugal.
- Araujo A., F. Pais, J.M.C. Lopo, M. Alves-Pereira M. y N. N. Casteló-Branco. 2000. "Echocardiography in noise-exposed morning crew".
- Araujo A., F. Pais, J.M.C. Lopo, M. Alves-Pereira M. y N. N. Casteló-Branco. 2001. "Echocardiography in noise-exposed morning crew".
- Avan O., D. Lotch, F. Bisaro, C. Menguy, y M. Teyssou. 1987. "Acoustic reflex and protection against intensity".
- Barti, R. 2002. Indicadores del grado de molestia como alternativa a las mediciones clásicas". En jornadas internacionales sobre contaminación acústica. Madrid, España.
- Beranek, L. L. 1996. "Acoustic" 5th Edition, Acoustical Society of America, New York, U.S.A.
- Berglund B. y T. Lindvall y D. Schwela. 2000. "Guidelines for Community Noise". World Health Organization, Cluster of Sustainable Development and Healthy Environment, Department of the Protection of the Human Environment, Occupation and Environmental health. Geneva, Italy.
- Cáceres. 2002. "El ruido urbano en Extremadura". Departamento de Física.
- CONAMA, 2006. (En línea). Efecto del Ruido sobre las personas. <http://www.conama.cl/portal/1255/article-26278.html>. (consulta 07 de marzo del 2013).
- Fletcher, 2002. "Ruido fundamentos y control". Edición en español. NR. Editora Florianópolis.
- García A. 2001. La contaminación acústica. Valencia, Valencia, España.
- Jones, D. y D. Broadbent. 2004. "Rendimiento Humano y Ruido". Manual de medidas acústicas y control de ruidos". McGraw-Hill, Madrid.
- Kogan, E. 2003. "Molestia generada por ruidos en igual nivel sonoro "A" y distinto contenido espectral". Segundo congreso Argentino del nuevo milenio y

segundas jornadas Acústicas, Electroacústicas y Áreas vinculadas, Buenos Aires, Argentina.

López, B. I. 2000. "Medio ambiente sonoro y su valoración subjetiva". Física y Sociedad. Revista del Colegio Oficial de Físicos.

Miyara, F. 2000. "Paradigmas de la investigación de las molestias por ruido". Ponencia presentada en las primers jornadas sobre ruido y sus consecuencias en la salud de la población. Buenos Aires, Argentina. 2006.

Miyara, F. 2001. "Control de ruido". Jornadas Internacionales Multidisciplinarias sobre violencia acústica, Editorial ASOLOFAL, Rosario, Argentina.

Miyara, F. 2003. "El ruido como problema Ambiental". Madrid, España.

Recuero, M. 2001. "Contaminación Acústica". Licenciatura en ciencias ambientales. Universidad politécnica de Madrid, España. Editorial Paraninfo, Madrid, España.

Recuero, M. 2002. "Contaminación Acústica". Willey&Sons. New York, U.S.A.

Rejano R., M. 2000. "Ruido Industrial y Urbano" Paraninfo, Madrid.

Rios, S. Aceguinolaza, A. Bruschi, A. Baró, M. A. Ponce V. y N. Sachetti 1997 (en línea). El sonido y la contaminación acústica. (<http://geocities.com/EnchantedForest/Glade/8952/contamin.html>) (Consulta 12 de marzo de 2013)

Sandber U. L. F. 2002. "Accousticpollutionduetotyre/roadnoise", en jornadas internacionales sobre contaminación acústica en las ciudades. Madrid, España.

Stevens, A. y J. Lowe, 2000. "Human Histology". Second Edition. Mosby, Harcourt Publishers Limited, UK. Reprinted by Grafos, S.A. Barcelona, España.

Universidad de Navarra. 2000. "Diccionario Espasa de Medicina". Instituto Científico y Tecnológico de la Universidad de Navarra. Espasa Calpe, Navarra, España.

- Corzo, A. 2000. (en línea). “Ruido Industrial y efecto a la salud”, <http://www.medspain.com/colaboraciones/ruidoindustrial.htm>. (Consulta 17 de marzo de 2013).
- CONAM, 2006a. (en línea). “Efecto del ruido sobre las personas”. <http://www.conama.cl/Portal/1255/article-26278.html>. (Consulta el 20 de marzo de 2012).
- CONAM, 2006b. (en línea). “El contaminante más común”. <http://www.conama.cl/Portal/1255/article-26278.html>. (Consulta el 20 de marzo de 2012).
- Gámez A. y C. Pérez. 2005 (en línea). “Situación Ambiental y su relación con afecciones a la salud”. [http://www.bvs.sld.cu/revista/mgi/vol21\\_34\\_05/mgi163-405.htm](http://www.bvs.sld.cu/revista/mgi/vol21_34_05/mgi163-405.htm). (Consulta 16 de marzo de 2013).
- Instituto de Salud Pública de Chile, 2006. (en línea). “Guía técnica para la Evaluación de los trabajadores expuesto a ruido y/o con sordera profesional. [http://www.ispch.cl/salud\\_ocup/doc/proto\\_final.pdf](http://www.ispch.cl/salud_ocup/doc/proto_final.pdf). (Consulta 2 de marzo de 2013).
- Kogan, 2004. (en línea). “Análisis de la Eficiencia de la Ponderación “A” para evaluar el efecto del ruido en el ser humano”, tesis de Ingeniería Acústica, Instituto de Acústica UACH, Valdivia, [www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/kogan.pdf](http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/kogan.pdf) (Consulta 9 de marzo de 2013)
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARANT-1994.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-079-SEMARANT-1994.
- Davis L. Mackenzie, Masten J. Susan. Ingeniería y Ciencias Ambientales. McGraw-Hill, 2005.